Band III Heft I Juni 1913

Zeitschrift für Gärungsphysiologie

allgemeine, landwirtschaftliche und technische Mykologie

unter Mitwirkung von

V. Babes-Bukarest, **Chr. Barthel**-Stockholm, **A. Bau**-Bremen, **M. W. Beijerinck**-Delft, **W. Benecke**-Berlin, **Ph. Biourge**-Löwen, **A. J. Brown**-Birmingham, **M. Bücheler**-Weihenstephan, **R. Burri**-Liebefeld bei Bern, **A. Calmette**-Lille, **R. Chodat**-Genf, **A. Cluss**-Wien, **F. Czapek**-Prag, **M. Düggeli**-Zürich, **J. Effront**-Brüssel, **F. Ehrlich**-Breslau, **H. v. Euler**-Stockholm, **C. Gorini**-Mailand, **R. Graßberger**-Wien, **A. Harden**-London, **H. A. Harding**-New York, **F. C. Harrison**-Ste. Anne de Bellevue, Canada, **F. v. Höhnel**-Wien, **J. Chr. Holm**-Kopenhagen, **F. Hueppe**-Prag, **G. v. Istvánffi**-Budapest, **Orla Jensen**-Kopenhagen, **Alfred Jörgensen**-Kopenhagen, **V. v. Klecki**-Krakau, **M. Klimmer**-Dresden, **A. Koch**-Göttingen, **R. Kolkwitz**-Steglitz-Berlin, **F. Krasser**-Prag, **W. Kruse**-Bonn, **H. van Laer**-Gent, **F. Löhnis**-Leipzig, **Ch. E. Marshall**-East Lansing, Michigan, **R. Meißner**-Weinsberg, **W. Migula**-Eisenach, **H. Molisch**-Wien, **C. Neuberg**-Berlin, **W. Palladin**-Petersburg, **P. Petit**-Nancy, **P. Pichi**-Conegliano, **E. Prior**-Wien, **O. Richter**-Wien, **E. Roux**-Paris, **K. Saito**-Tokio, **A. Schattenfroh**-Wien, **W. Seifert**-Klosterneuburg, **J. Stoklasa**-Prag, Freiherr **v. Tubeuf**-München, **W. Winkler**-Wien, **J. Wortmann**-Geisenheim, **H. Zikes**-Wien

herausgegeben von

Professor Dr. Alexander Kossowicz-Wien

BERLIN
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1913

Inhalt des 1. Heftes

Die nächsten Hefte werden u. a. die nachfolgenden Originalabhandlungen bringen:

R. Meißner. Zur Morphologie und Physiologie der Kahmhefen und kahmhautbildenden Saccharomyceten. II. Teil.

H. v. Euler und J. Sahlén. Zur Kenntnis der Aktivierung der Hefe.

A. W. Dox und R. E. Neidig. Milchsäure in eingesäuertem Mais.

H. v. Euler und Einar Hille. Über die primäre Umwandlung der Hexosen bei der alkoholischen Gärung. II.

Al. Kossowicz. Assimilation und Zersetzung von Chitin durch Bakterien, Hefen und Schimmelpilze.

Al. Kossowicz und W. Loew, Nitratassimilation durch Hefen und Schimmelpilze.

Die „Zeitschrift für Gärungsphysiologie“ erscheint in zwanglosen Heften von je ca. 4 Bogen. Etwa 24 Druckbogen bilden einen Band zum Preise von 20 Mark. Jährlich gelangen $1^1/_2$ bis 2 Bände zur Ausgabe.

Alle die **Redaktion** betreffenden Zuschriften und Sendungen (Manuskripte, Separatabdrücke, Rezensionsexemplare) sind an den Herausgeber **Professor Dr. Alexander Kossowicz, Wien II, Josef-Gall-Gasse 2,** zu richten, alle geschäftlichen Mitteilungen an die **Verlagsbuchhandlung Gebrüder Borntraeger in Berlin W 35, Schöneberger Ufer 12a.**

Originalabhandlungen können auch in **englischer, französischer und italienischer Sprache** zur Veröffentlichung gelangen.

Bereits in anderen Zeitschriften veröffentlichte Originalabhandlungen werden nicht aufgenommen. Die Herren Autoren werden höflichst gebeten, solche Arbeiten ebenso wie Abhandlungen, deren gleichzeitiges Erscheinen in anderen Zeitschriften in Aussicht genommen wurde, der Redaktion nicht einzuschicken. Ausführliche Autoreferate (auch in englischer, französischer und italienischer Sprache) sind dagegen sehr erwünscht.

Zeitschrift für Gärungsphysiologie

allgemeine, landwirtschaftliche und technische Mykologie

unter Mitwirkung von

V. Babes-Bukarest, **Chr. Barthel**-Stockholm, **A. Bau**-Bremen, **M. W. Beijerinck**-Delft, **W. Benecke**-Berlin, **Ph. Biourge**-Löwen, **A. J. Brown**-Birmingham, **M. Bücheler**-Weihenstephan, **R. Burri**-Liebefeld bei Bern, **A. Calmette**-Lille, **R. Chodat**-Genf, **A. Cluss**-Wien, **F. Czapek**-Prag, **M. Düggeli**-Zürich, **J. Effront**-Brüssel, **F. Ehrlich**-Breslau, **H. v. Euler**-Stockholm, **C. Gorini**-Mailand, **R. Graßberger**-Wien, **A. Harden**-London, **H. A. Harding**-New York, **F. C. Harrison**-Ste. Anne de Bellevue, Canada, **F. v. Höhnel**-Wien, **J. Chr. Holm**-Kopenhagen, **F. Hueppe**-Prag, **G. v. Istvánffi**-Budapest, **Orla Jensen**-Kopenhagen, **Alfred Jörgensen**-Kopenhagen, **V. v. Klecki**-Krakau, **M. Klimmer**-Dresden, **A. Koch**-Göttingen, **R. Kolkwitz**-Steglitz-Berlin, **F. Krasser**-Prag, **W. Kruse**-Bonn, **H. van Laer**-Gent, **F. Löhnis**-Leipzig, **Ch. E. Marshall**-East Lansing, Michigan, **R. Meißner**-Weinsberg, **W. Migula**-Eisenach, **H. Molisch**-Wien, **C. Neuberg**-Berlin, **W. Palladin**-Petersburg, **P. Petit**-Nancy, **P. Pichi**-Conegliano, **E. Prior**-Wien, **O. Richter**-Wien, **E. Roux**-Paris, **K. Saito**-Tokio, **A. Schattenfroh**-Wien, **W. Seifert**-Klosterneuburg, **J. Stoklasa**-Prag, Freiherr **v. Tubeuf**-München, **W. Winkler**-Wien, **J. Wortmann**-Geisenheim, **H. Zikes**-Wien

herausgegeben von

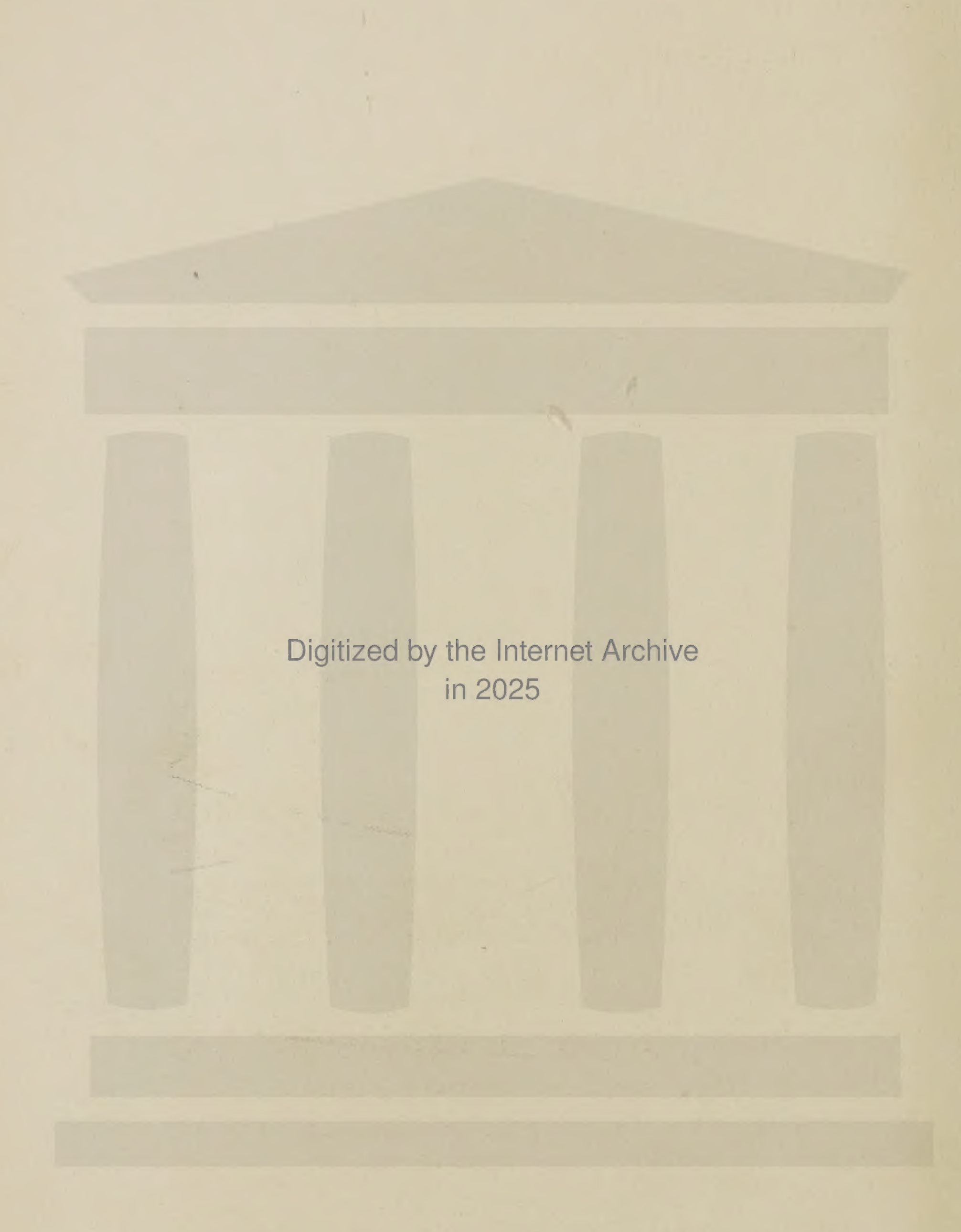
Professor Dr. Alexander Kossowicz-Wien

BAND III

BERLIN
Verlag von Gebrüder Borntraeger
W 35 Schöneberger Ufer 12a
1913

Druck von E. Buchbinder (H. Duske) in Neuruppin.

Inhaltsverzeichnis.



Mutation bei Penicillium glaucum und Aspergillus niger.

Von H. J. Waterman.

(Aus den Laboratorien für Mikrobiologie und für organische Chemie der Technischen Hochschule in Delft.)

A. Die Ursache der Mutation.

§ I. Paraoxybenzoesäure als Kohlenstoffquelle für Aspergillus niger.

In einer früheren Mitteilung[1]) habe ich zahlreiche organische Verbindungen bezüglich deren Nährwert für Aspergillus niger miteinander verglichen. Dabei wurde gefunden, daß, je größer im allgemeinen die Verbrennungswärme der betreffenden Verbindung, desto größer das plastische Äquivalent des Kohlenstoffs ist. Hiermit steht auch in Übereinstimmung, daß Wehmer auf Kosten von Olivenöl, welche Substanz eine sehr große Verbrennungswärme besitzt (ca. 9300 Gramm Kal. pro Gramm), sehr hohe Pilzernten erzielt hat[2]).

Auch für eine aromatische Verbindung, die Paraoxybenzoesäure ($C_6H_4 \cdot OH \cdot COOH + 1$ Aq.), eine für Pilze besonders geeignete Kohlenstoffquelle, habe ich dies bestätigen können.

Die Verbrennungswärme dieser Verbindung ist nämlich dank der Anwesenheit des Benzolkernes sehr groß (5260 Gramm Kal. pro Gramm)[3]).

Demgemäß fand ich für den Kohlenstoff sehr große plastische Äquivalente: so wurde z. B. nach 45 Tagen für eine 0,3prozentige Lösung dieser Verbindung (anorg. Nahrung: Leitungswasser, 0,05 % NH_4Cl, 0,05 % KH_2PO_4, 0,02 % $MgSO_4$, Temp. = 32—33°) ein plastisches Äquivalent von 34 % gefunden, während diese Größe für eine 2 prozentige Glukoselösung (Verbrennungswärme in Gramm-Kal. pro Gramm der Verbindung = 3750)[3]) nach 21 Tagen 31 % war.

---

[1]) H. J. Waterman, Beitrag zur Kenntnis der Kohlenstoffnahrung von Aspergillus niger.; Folia Microbiologica, Bd. 1, 1912, S. 422.

[2]) Walther Kruse, Allgemeine Mikrobiologie, Leipzig 1910, S. 710 ff.

[3]) Landolt-Börnstein, Physik.-chemische Tabellen, 1912.

Auch der Verlauf des Stoffwechsels bei der Nahrung mit Paraoxybenzoesäure als einzige Kohlenstoffquelle war demjenigen der früher untersuchten organischen Verbindungen ganz analog (vgl. Tabelle I und die zugehörige Fig. 1).

Tabelle I. Paraoxybenzoesäure.

150 mg Paraoxybenzoesäure pro 50 ccm Leitungswasser, 0,15 % NH_4NO_3, 0,15 % KH_2PO_4, 0,06 % $MgSO_4$. Temp. 33 ° C.

	Nach 2 Tagen	Nach 3 Tagen	Nach 4 Tagen	Nach 6 Tagen	Nach 16 Tagen	Nach 21 Tagen
Verbrauchte Quantität Paraoxybenzoesäure in %	15	81	99	100	100	100
Milligramm CO_2 bei Verbrennung der Pilzsubstanz	19	101,5	95	77,5	59,5	55,7
Plastisches Äquivalent des Kohlenstoffs	—	42	32	26	20	19
Entwicklung	+++	ziemlich stark				
Sporenbildung	spärlich	ziemlich stark	stark			

Fig. 1.

Paraoxybenzoesäure. 150 mg Paraoxybenzoesäure pro 50 ccm Leitungswasser, 0,15 % NH_4NO_3, 0,15 % KH_2PO_4, 0,06 % $MgSO_4$. Temp. 33 ° C.

Die Quantität der nicht assimilierten noch in der Nährflüssigkeit anwesenden Paraoxybenzoesäure wurde nach 2, 3, 4, 6, 16 und 21 Tagen bestimmt.

Dazu wurde die Flüssigkeit mit Äthyläther extrahiert, die erhaltene ätherische Lösung durch Erhitzen auf dem Wasserbade von Äthyläther befreit, der Rückstand in kohlensäurefreiem Wasser gelöst und mit Baryt titriert (Lackmus war hierbei Indikator). Die erhaltenen Pilzdecken wurden wie früher nach wiederholtem Waschen mit destilliertem

Wasser im Sauerstoffstrome verbrannt und die entstandene Kohlensäure gewogen.

In der Figur sieht man wieder, daß das plastische Äquivalent in der Jugend nach 2 und 3 Tagen sehr groß ist, dann rasch sinkt, um schließlich nach 16 und 21 Tagen ziemlich konstant zu bleiben. Es wird der Kohlenstoff auch bei der Nahrung mit Paraoxybenzoesäure in der Jugend im Organismus angehäuft und auch in diesem Falle ist das betreffende Zwischenprodukt Glykogen. Ich habe nämlich beobachtet, daß eine 4 Tage alte Pilzdecke unter dem Mikroskop eine starke Reaktion mit Jodium gibt, während eine unter ganz gleichen Umständen erhaltene Pilzdecke von hohem Alter (21 Tage) kaum Reaktion zeigte. Auch makroskopisch war der Unterschied schon ganz überzeugend.

Es ist auch hier wieder das Sinken des plastischen Äquivalentes des Kohlenstoffs mit der Zeit ein Maßstab für die Verarbeitung des Zwischenproduktes des Stoffwechsels, des Glykogens.

Auch die aromatische Verbindung, die Paraoxybenzoesäure, wird in derselben Weise, wie dies mit der Glukose, Lävulose, Weinsäure usw. der Fall war, in Glykogen überführt. Zahlreiche Verbindungen von sehr verschiedener Natur können also in diesen Reservestoff umgewandelt werden.

Im Anfang meiner Versuche fand ich für die Paraoxybenzoesäure große plastische Äquivalente, aus späteren Versuchen (z. B. Tabelle I) sieht man aber, daß dies nicht immer der Fall war, da wurde nach 21 Tagen nur 19 % gefunden, fast die Hälfte von dem früheren Werte. Woher diese Unregelmäßigkeiten?

Bei den früher untersuchten Verbindungen war ja die Konstanz der erhaltenen Werte für das plastische Äquivalent eins der wichtigsten Resultate des betreffenden Studiums. Die Abweichungen wurden verursacht durch einen damals noch unbekannten Mutationsvorgang (s. u.).

§ 2. Die Faktoren, welche das Auftreten der Mutation veranlassen. Die erhaltenen Mutanten.

An anderer Stelle[1]) habe ich schon mehrere Ursachen der Mutationen bei Penicillium glaucum und Aspergillus niger beschrieben. Die Anzahl derselben hat sich aber seitdem stark vermehrt und jetzt ist mir der Grund der Wirkung aller dieser Mutation verursachenden Umstände vollkommen bekannt.

[1]) Verslagen Kon. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam, Wis- en Natuurk. Afd. 25. Mai 1912. S. 33.

a) Penicillium glaucum.

Borsäure. Es wurde gefunden, daß Verbindungen wie Borsäure, die meistens schon in geringen Konzentrationen einen hemmenden Einfluß auf die Entwicklung von Penicillium glaucum ausüben, in ziemlich konzentrierter Lösung Mutation verursachen. So wurde in Nährflüssigkeiten mit 2 % Glukose oder mit 2 % Rohrzucker als Kohlenstoffquelle (anorg. Nahrung: Leitungswasser, 0,05 % NH_4Cl, 0,05 % KH_2PO_4 und 0,02 % $MgSO_4$) unter der Wirkung von 0,2 % Borsäure nach ca. 14 Monaten Mutation beobachtet, dies wurde mittels Aussaat auf Platten von Malzagar bewiesen. In dieser Weise wurden sogar erblich sporenfreie Mycelien erhalten. Auch aus einem Kulturkolben mit 2 % Sorbit und 0,6 % Borsäure (anorganische Nahrung wie oben) wurden dergleichen sterile Mycelien erhalten, deren Entwicklungsschnelligkeit auf Malzagar aber bedeutend geringer als die der Hauptform war.

Diese Mutanten hatten ebenfalls wie die anderen unten beschriebenen, nicht den sonst für die Hauptform so charakteristischen Geruch.

Paraoxybenzoesäure, Salizylsäure, Trichlorakrylsäure, Tetrachlorpropionamid $CHCl_2 \cdot CCl_2 \cdot C\langle{}^{O}_{NH_2}$ und Pentachlorpropionamid $CCl_3 \cdot CCl_2 . C\langle{}^{O}_{NH_2}$.

Auch diese Reihe von Verbindungen, alle zu den Narkotika gehörend, von denen einige, wegen ihrer starken narkotischen Wirkung die Geschwindigkeit der Entwicklung von Penicillium glaucum schon in sehr verdünnter Lösung beträchtlich hemmten, verursachten Mutation und die Schnelligkeit dieses Mutationsvorganges war desto größer, je stärker die Hemmung der Entwicklung erschien.

Es ist ja selbstverständlich, daß man hier eine obere Grenze der Wirkung haben muß, denn bei sehr großen Konzentrationen der betreffenden schädlichen Verbindungen wurde natürlich gar keine Entwicklung beobachtet. Die erhaltenen Mutanten waren gekennzeichnet durch eine geringere Intensität der Farbe, der geringeren Anzahl Sporen gemäß.

Galaktose und Milchzucker.

Schließlich wurden noch mehrere weiße Stellen in Kulturen (Alter: 14 Monate) mit 2 % Galaktose oder mit 2 % Milchzucker (anorg. Nahrung wie oben) beobachtet, während analoge Kulturen auf Rohrzucker oder Glukose ein normales Aussehen zeigten, so daß es wahrscheinlich war, daß unter dem Einfluß von Galaktose und Milchzucker Mutation stattgefunden hatte.

Die Bedeutung dieser Beobachtungen war erstens, daß die Ursachen der Mutation vollständig bekannt waren und zweitens, daß die Wirkung der betreffenden Faktoren keine zufällige, sondern allgemeiner Natur war. Unregelmäßigkeiten wurden nicht gefunden. Weiter wußten wir mit Bestimmtheit, daß mit der unter dem Einfluß der Wirkung der Borsäure und der Narkotika erhaltenen Mutation immer eine Hemmung der Entwicklung von Penicillium glaucum verbunden gewesen war.

b) Aspergillus niger.

Die verschiedenen Faktoren, die bei diesem Pilze Mutation verursachen, können vorläufig in vier Klassen eingeteilt werden:

1. Gifte wie Kupfersulfat und Borsäure.
2. Narkotisch wirksame Stoffe wie Paraoxybenzoesäure, Salizylsäure, Trichlorakrylsäure und Tetrachlorpropionamid.
3. Nahrungsstoffe wie Galaktose und damit verwandte Polysaccharide, als einzige Kohlenstoffquelle (Laktose, Raffinose [Melibiose]).
4. Nahrungsstoffe wie Glutarsäure, l. Weinsäure, Antiweinsäure, Rhamnose als einzige Kohlenstoffquelle.

Der Grund der Wirkung von allen diesen Mutation veranlassenden Faktoren ist wiederum derselbe wie bei Penicillium glaucum. Alle hemmen die Entwicklung von Aspergillus niger in hohem Grade. Borsäure und Kupfersulfat üben in geringer Konzentration wohl eine hemmende Wirkung auf Aspergillus niger aus, doch wird keine Mutation verursacht; in sehr hohen Konzentrationen dieser Gifte, wenn die Entwicklung nur nach geraumer Zeit nach der Impfung anfängt, tritt Mutation auf.

Die Oxybenzoesäuren und besonders die Akrylsäurederivate sind Verbindungen, die eine hemmende Wirkung ausüben. Weiter habe ich beobachtet, daß Galaktose sehr viel langsamer als verwandte Verbindungen, wie andere Hexosen: Glukose, Lävulose und Mannose, assimiliert wird und daß dies gleichfalls mit Laktose und Melibiose stattfindet. Dies gilt auch für die Glutarsäure, l. Weinsäure, Antiweinsäure usw.

Stellen wir z. B. eine Nährflüssigkeit mit 2% Laktose als Kohlenstoffquelle her und impfen wir mit Aspergillus niger, so gibt es im Anfang fast keine Entwicklung. Schließlich ist dies doch der Fall, aber dann hat gleichzeitig Mutation stattgefunden. Dieselben Beobachtungen habe ich für die Glutarsäure, l. und Anti-Weinsäure gemacht.

Ebenso wie es bei Penicillium glaucum der Fall war, ist auch hier der Grund der Wirkung der Faktoren, die Mutation verursachen, allgemeiner Natur. Unregelmäßigkeiten wurden auch hier nicht beobachtet.

Endlich muß ich noch die Aufmerksamkeit darauf lenken, daß fast dieselben Faktoren, die Mutation bei Aspergillus niger verursachen, dies auch bei Penicillium glaucum tun.

In der letzten Zeit beginnt man bei gewissen Gruppen von Bakterien die Mutationsbedingungen mehr und mehr kennen zu lernen[1]).

Es erscheint mir jetzt erwünscht zu untersuchen, ob auch hier eine analoge Hemmung der Entwicklung, wie bei den genannten Pilzen, maßgebend sein wird.

Durch Isolierung auf Malzagar wurden die verschiedenen Mutanten rein erhalten. Sie hatten immer weniger Sporen als die Hauptform. Von ihrer Reinheit überzeugte ich mich in einigen Fällen durch Ausgehen von einer einzigen Konidie. Auf diese Weise wurden nämlich Stämme erhalten, die dem Ausgangsmaterial gleich waren. Zwischen dem Myzelium und den dazugehörigen Konidien war, wie man erwarten konnte, kein Unterschied. Infolge der geringeren Anzahl Konidien der erhaltenen Mutanten war das Auftreten der Mutation sehr leicht zu beobachten. In der Photographie (Taf. I) sieht man deutlich die stattgefundene Mutation in Kulturen auf 2 °/₀ Galaktose. Neben der ursprünglichen Form mit schwarzen Sporen sind in diesen Kulturgefäßen noch eine braune und eine weiße Form zu beobachten (Fig. II A, II C u. II D). Zum Vergleich sieht man dieselbe Stammform, mit welcher diese Kulturen geimpft waren, auf einer 2 prozentigen Glukosenährlösung von übrigens derselben Zusammensetzung unter gleichen Umständen kultiviert (Fig. II B).

Das normale schwarze Aussehen dieser Kultur ist besonders verschieden von der Galaktosepilzdecke.

---

[1]) Vgl. z. B.: W. J. Penfold, Variations of the fermentation properties of the B. typhosus. British Medical Journal, 1909; Variability in the gas-forming power of intestinal bacteria. Proc. of the Royal Soc. of Medicine, 1911; Studies in bacterial variation with special reference to the chemical functions of the members of the typhoid-coli group. The journal of hygiene, Vol. XI, April 1911; Further experiments on variability in the gas-forming power of intestinal bacteria. The journal of hygiene, Vol. XI, January 1912; On the specificity of bacterial mutation. The journal of hygiene, Vol. XII, June 1912.

Reiner Müller, Bakterienmutationen. Zeitschr. f. induktive Abstammungs- und Vererbungslehre, Bd. VIII, 1912.

Baerthlein, Weitere Untersuchungen bei Bakterien. Deutsche medizin. Wochenschr. 1912, Nr. 31.

Die drei auf Galaktose beobachteten Formen wurden auf Malzagar isoliert. Die schwarze Form war identisch mit der Hauptform geblieben (I). Die braune Form (II) hatte auf Malzagar ein weniger charakteristisches braunes Aussehen, aber hatte deutlich weniger Konidien als Form I, während die dritte weiße Form III auf Malzagar noch weniger Konidien hatte.

Sowohl die Stammform I, wie die beiden anderen Formen II und III mutieren auf Galaktose: I gibt dabei neben I noch II und III (s. oben), während aus II neben der braunen Form noch die schwarze und weiße entstehen. III gibt wiederum III, II und I.

Um also auf diese Weise durch Kultivieren auf Galaktose eine Form aus einer der beiden anderen zu erhalten, scheint es gleichgültig, von welcher Form man ausgeht; eine interessante Regelmäßigkeit! Dieselben Kulturumstände, die Mutation bei Form I verursachten, wobei z. T. III entstand, führten die letzte Form teilweise in die schwarze Form (I) über. Weiter beobachtete ich, daß auf diesen Galaktosenährflüssigkeiten diejenige Form, die am meisten mit der Form, mit welcher man geimpft hat, verwandt ist, zu einem höheren Prozentgehalt sich in der Pilzdecke vorfinden wird als eine andere Form, die ferner von der erstgenannten Form steht.

Prof. Beijerinck hatte schon früher bei B. prodigiosus analoge Beobachtungen gemacht[1]).

Wie ich schon oben bemerkt habe, wird die Galaktose nur sehr langsam von Aspergillus niger assimiliert. Form II und III sind aber imstande, diese Kohlenstoffquelle rascher zu benutzen, obgleich im Anfange der Entwicklung die Schnelligkeit der Assimilation etwas geringer ist als bei der Hauptform. (Vgl. Tabelle II.)

Alle erhaltenen Mutanten bleiben beim Kultivieren auf normalen Kulturmedien (z. B. Malzagar) konstant. Einige kultiviere ich schon durch 1 bis 2 Jahre. Einige der merkwürdigsten habe ich einem näheren Studium unterworfen. Dies sind neben der Stammform meiner Mutanten, zwei beim Kultivieren auf Galaktose entstandene Formen (II und III), eine braunviolette unter dem Einfluß von Borsäure erhaltene Mutante (IV) und eine auf Glutarsäure entstandene, auf Malzagar braunschwarze Form (V).

Bis heute ist man gewohnt die Mutanten nur in qualitativer Hinsicht miteinander zu vergleichen. Als erste Orientierung genügt dies

[1]) M. W. Beijerinck, Mutation bei Mikroben, Folia microbiologica, Holländische Beiträge zur gesamten Mikrobiologie, Bd. I, 1912, S. 40, 44, 94.

meistens wohl, wenn auch nicht immer, für einen tieferen Einblick in das Wesen der Mutation ist diese qualitative Methode ungenügend.

Schon Prof. Beijerinck[1]) hat darauf die Aufmerksamkeit gelenkt gelegentlich der Beschreibung der Farbmutanten von B. prodigiosus.

Es war also erwünscht ein oder mehrere quantitative Merkmale zu wählen, um ein etwas eingreifenderes Studium der Mutation zu machen.

Aus praktischen Erwägungen habe ich dazu das Element Kohlenstoff gewählt und die Größe des plastischen resp. Atmungsäquivalentes des Kohlenstoffs für bestimmte Zeiten festgesetzt.

Tabelle II. Aspergillus niger. Galaktose als Kohlenstoffquelle. 50 ccm Leitungswasser, 2 % Galaktose (wasserfrei), 0,15 % NH_4NO_3, 0,15 % KH_2PO_4, 0,06 % $MgSO_4$. Temp. 33—34° C.

	Nach								
	8			15			25		
	Tagen								
	Form			Form			Form		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Verbrauchte Quantität Galaktose in %	17—18 %	—	—	46 %	32 %	23 %	88 %	96—97 %	100 %
Erhaltene Trockensubstanz in Milligramm	50	—	—	148,5	89	62	292	316,5	270

B. Das Studium des Stoffwechsels der erhaltenen Mutanten.

§ I. Paraoxybenzoesäure als Kohlenstoffquelle.

Durch die Bestimmung des plastischen Äquivalentes des Kohlenstoffs beim Kultivieren auf Paraoxybenzoesäure habe ich festgestellt, daß die zwei unter dem Einfluß von Galaktose erhaltenen Mutanten in ihrem Stoffwechsel sehr von der Stammform verschieden sind.

Die Resultate findet man in Tabelle III.

Man sieht aus der Tabelle, wie der Stoffwechsel von der Natur der benutzten Form abhängig ist. Die Pilzernte ist bei der Stammform fast zweimal so groß als bei Form III.

[1]) M. W. Beijerinck, a. a. O. S. 25.

Tabelle III.

Nährflüssigkeit: 50 ccm Leitungswasser, 0,05 % NH_4Cl, 0,05 % KH_2PO_4, 0,02 % $MgSO_4$, 0,3 % Paraoxybenzoesäure ($C_6H_4 \cdot OH \cdot COOH + 1$ Aq.). Temp. 32—33°.

	Stammform . . . (I)	Form II	Form III
Plastisches Äquivalent des Kohlenstoffs nach 21 Tagen	29 % 28 %	18 % 18 %	15 % 16 %

Die ausgeatmete Menge Kohlensäure ist demgemäß bei Form III viel größer (Atmungsäquivalent nach 21 Tagen: 100 % — 15 % = 85 %), als bei Form I (Atmungsäquivalent: 100 % — 28 % = 72 %).

Jetzt war auch die Ursache der in A. § 1 beschriebenen Verminderung des plastischen Äquivalentes beim Kultivieren auf Paraoxybenzoesäure klar geworden und mußte offenbar der narkotischen Wirkung dieser Verbindung zugeschrieben werden [1]).

Übrigens waren diese Versuche für einen genauen Vergleich der erhaltenen Mutanten mit der Stammform nicht einwandfrei wegen der genannten schädlichen Wirkung der Paraoxybenzoesäure.

Dazu war es nötig eine Nährflüssigkeit zu wählen, auf der keine Mutation stattfindet. Dies ist der Fall beim Gebrauch von Glukose als Kohlenstoffquelle und von den später zu nennenden Verbindungen als anorganische Nahrung.

§ 2. Studium des Stoffwechsels mehrerer Formen von Aspergillus niger beim Gebrauch von Glukose als Kohlenstoffquelle.

Es war an erster Stelle erwünscht zu wissen, ob die unter dem Einfluß verschiedener Faktoren erhaltenen Mutanten in ihrem Stoffwechsel auch bedeutend voneinander verschieden seien.

Wäre dies tatsächlich der Fall, so sollte es besser sein, fortan bei Aspergillus niger nicht mehr von Mutation, sondern von fluktuierenden Änderungen zu reden, denn man könne dann erwarten, daß nicht nur die isolierten, sondern jede noch zu erhaltende Mutante von irgendwelcher anderen verschieden sein solle.

[1]) Vgl. J. Böeseken und H. J. Waterman, Verslagen Kon. Akad. van Wetenschappen, Amsterdam, Wis- en Natuurkundige Afd. 1911, S. 552; H. J. Waterman, Dissertation, Delft 1913.

Tabelle

Nährflüssigkeit: 50 ccm Leitungswasser, 2 % Glukose, 0,15 % Ammoniumnitrat, 0,15 %

Form	Nach 1	3			
	Entwicklung	Entwicklung	Sporenbildung	Entwicklung	Sporenbildung
Stammform I	+	+++++	ziemlich viele Sporen	++++ ++	viele Sporen
Galaktoseform a II	+	id	id		id
„ b III	+	id	id		ziemlich viele Sporen
Borsäureform IV	?	++++	keine Sporen		wenige Sporen
Glutarsäureform V	+	+++++	wenige Sporen		ziemlich viele Sporen
Kaliumbichromatform a (Aspergillus cinnamomeus Schiemann)	+	id	ziemlich viele Sporen		viele Sporen
Kaliumbichromatform b (Aspergillus fuscus Schiemann)	+	id	id		viele Sporen

Tabelle

Kulturflüssigkeit und Versuchs-

Form	Nach 2		3	
	Entwicklung	Sporenbildung	Entwicklung	Sporenbildung
Stammform meiner Mutanten (I). .	++++	die Sporenbildung fängt an	+++++	ziemlich viele Sporen
„ anderer Herkunft . . .	+++			id
„ der Mutanten von Frl. Schiemann	++++			id
Aspergillus fuscus	++++			viele Sporen
„ cinnamomeus . .	++++			id

IV.

Monokaliumphosphat, 0,065 % Magnesiumsulfat (wasserfrei). Temperatur: 33° C.

12					19 Tagen		
Farbe der Pilzdecke	Verbrauchte Quantität Glukose in %	Trocken-substanz mg	CO_2 bei Verbrennung der Pilzsubstanz mg	Plastisches Äquivalent des Kohlenstoffs in %	Trocken-substanz mg	CO_2 bei Verbrennung der Pilzsubstanz mg	Plastisches Äquivalent des Kohlenstoffs in %
schwarz	100	339	599	41	320	588	40
id		251	442	30	228	408	28
schwarz, viele weiße Stellen		170	280	19	152	246	17
braun-violett		269	449	30,5	244,5	437	30
schwarz		212	348,5	24	159	260	18
zimtfarbig		302	516,5	35	300	511	35
dunkel-braun		327	578	39,5	322,5	568,5	39

V.

umstände wie in Tabelle IV.

4			7				16 Tagen	
Entwicklung	Sporen-bildung	Farbe der Pilzdecke	Verbrauchte Glukose in %	Trocken-substanz mg	CO_2 bei Verbrennung der Pilzsubstanz mg	Plastisches Äquivalent in %	Trocken-substanz mg	Plastisches Äquivalent in %
++++ ++	viele Sporen	schwarz	100	361,5	635,5	43,5	332	40,5
		id		386	678	46	352	43
		id		354	634	43,5	328	40,5
		dunkel-braun		372	654	44,5	321	40
		zimtfarbig		358,349	—	43,5	311,5	38

Das erblich verschiedene Aussehen der meisten Mutanten machte diese Vermutung schon wahrscheinlich; durch das Studium des Stoffwechsels wurde bewiesen, daß in der Tat alle Mutanten verschieden waren.

Die Resultate der betreffenden Versuche findet man in Tabelle IV.

Man sieht, daß Form V, die in ihrem Aussehen nur so wenig von I verschieden war, daß ich selbst einen Augenblick darüber im Zweifel war, ob ich wirklich eine Mutante isoliert hatte, in ihrem Stoffwechsel von der Stammform sehr verschieden ist. Ferner beobachtet man, daß die von Frl. Schiemann in Berlin unter dem Einfluß von Kaliumbichromat erhaltenen Mutanten[1]) hohe plastische Äquivalente zeigen, die nur wenig von demjenigen meiner Stammform verschieden sind. Frl. Schiemann, die so freundlich war, mir diese Mutanten zu übersenden, bringe ich auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

Besonders merkwürdig ist es, daß das plastische Äquivalent des Kohlenstoffs der beiden farbigen Mutanten von Frl. Schiemann auch nur sehr wenig von demjenigen der dazu gehörigen Stammform verschieden ist (vergl. Tab. V).

Gleichzeitig habe ich feststellen können, daß das plastische Äquivalent von drei untersuchten Stammformen von Aspergillus niger ungefähr dasselbe ist. Nur dasjenige der Stammform anderer Herkunft ist etwas größer. Man sieht also, daß man in der Größe des plastischen Äquivalentes des Kohlenstoffs ein einfaches festes Merkmal zur Beurteilung der Mutation findet.

C. Zusammenfassung.

1. Mutation tritt bei Penicillium glaucum auf unter dem Einfluß von Faktoren, welche die Entwicklung hemmen.

So wurde z. B. unter der Wirkung von 0,2 % und 0,6 % Borsäure in verschiedenen Kulturmedien Mutation beobachtet; in dieser Weise wurden sogar sporenfreie Myzelien erhalten.

Andere Mutanten, die von der Stammform ebenfalls durch den Verlust ihrer Sporen, wenn auch nicht von allen, verschieden waren, und welche übrigens ebenso wie das sterile Myzelium keinen charakteristischen Geruch mehr hatten, wurden unter der Wirkung von Narkotika, wie Paraoxybenzoesäure, Trichlorakrylsäure, Tetrachlorpropionamid und Pentachlorpropionamid erhalten. Vermutlich mutiert dieser Pilz auch beim Kultivieren mit Galaktose oder Milchzucker als Kohlenstoffquelle.

[1]) Schiemann, Zeitschr. f. induktive Abstammungs- u. Vererbungslehre. Bd. VIII, 1912, Heft 1 u. 2, S. 1.

2. Das Nichtentstehen von Mutanten unter normalen Versuchsumständen einerseits, das Auftreten von Mutation unter dem Einfluß von bekannten schädlichen Faktoren anderseits beweist, daß die Ursache der Mutation in der Hemmung der Entwicklung des Organismus zu suchen ist.

3. Alle Faktoren, die Mutation bei Penicillium glaucum verursachen, tun dies auch bei Aspergillus niger. Die Aspergillus niger-Mutanten unterscheiden sich meistens von der Stammform durch eine geringere Anzahl Sporen und durch eine weniger intensive Farbe.

Aspergillus niger mutierte unter dem Einfluß von:

a) Giften wie Kupfersulfat und Borsäure.
b) Narkotika wie Paraoxybenzoesäure, Salizylsäure usw.
c) 1. Kulturmedien mit Galaktose oder die Galaktosegruppe enthaltenden Polysacchariden als einziger Kohlenstoffquelle.
   2. Kulturmedien mit Glutarsäure, l. Weinsäure, Antiweinsäure, Rhamnose.

Auch bei Aspergillus niger ist die beschriebene Hemmung der Entwicklung Ursache der Mutation.

4. Die zwei auf Galaktose aus der Stammform entstandenen, von mir isolierten Mutanten (II und III) lieferten bei neuer Aussaat auf Kulturmedien mit diesem Zucker als Kohlenstoffquelle neben der betreffenden Mutante noch zwei andere, die Stammform und die andere Galaktosemutante. Hierbei wurde beobachtet, daß diejenige Form, die am meisten mit der Form, mit welcher man geimpft hat, verwandt ist, sich zu einem höheren Prozentgehalt in der resultierenden Pilzdecke vorfinden wird als irgendwelche andere Form.

Form II und besonders III assimilierten die Galaktose rascher als die Stammform (I).

5. Für ein eingehenderes Studium der Mutation war es aber notwendig, quantitative Merkmale zu betrachten. Dazu wurde das Element Kohlenstoff gewählt und die Größe des plastischen resp. Atmungsäquivalentes des Kohlenstoffs für bestimmte Zeiten festgesetzt.

Dabei wurde an erster Stelle beobachtet, daß auf Nährlösungen mit 0,3 % Paraoxybenzoesäure als Kohlenstoffquelle das plastische Äquivalent nach 21 Tagen bei Form I 28 %, bei II 18 % und bei III nur 15 % betrug.

Die früher erhaltenen wechselnden Größen für das plastische Äquivalent des Kohlenstoffs beim Kultivieren auf Paraoxybenzoesäure fanden hierdurch eine einfache Erklärung.

Im Einklang mit ihrer großen Verbrennungswärme war die Paraoxybenzoesäure imstande, sehr hohe Ernten zu liefern, aber die unter dem Einfluß dieses Narkotikums entstandene Mutation war Ursache der Inkonstanz und des Sinkens dieser Ernte bei wiederholter Überimpfung.

6. Die Bestimmung der plastischen resp. der Atmungsäquivalente des Kohlenstoffs mußte daher für den genannten Zweck auf Nährflüssigkeiten bestimmt werden, auf welcher keine Mutation stattfindet. Hierzu wurde Glukose als einzige Kohlenstoffquelle benutzt. Konnte das erblich verschiedene Aussehen der meisten Mutanten schon darauf hinweisen, daß alle auch in ihrem Stoffwechsel verschieden seien, durch die Bestimmung des plastischen Äquivalentes wurde diese Vermutung vollkommen bestätigt.

Deshalb wäre es besser, bei Aspergillus niger nicht mehr von Mutation zu reden, denn man hätte hier mit fluktuierenden Änderungen zu rechnen, weil man erwarten kann, daß noch jede zu erhaltende Mutante von irgendwelcher anderen verschieden sein würde.

7. Eine interessante Tatsache war noch, daß die von Frl. Schiemann unter dem Einfluß vou Kaliumbichromat erhaltenen Mutanten sehr hohe plastische Äquivalente hatten, deren Größe nur wenig von derjenigen der Stammform verschieden war.

8. Schließlich beobachtete ich noch, daß drei in verschiedener Weise aus der Natur isolierte Stämme fast gleich große plastische Äquivalente hatten.

Bald hoffe ich, die betreffenden Untersuchungen auch auf andere Organismen anzuwenden.

Tafelerklärung zu Tafel I.

Mutation bei Aspergillus niger.

Von links nach rechts: Fig. II A Aspergillus niger auf 2 % Galaktose, Form mit schwarzen Sporen; Fig. II B auf 2 % Glukose, Stammform; Fig. II C auf 2 % Galaktose, braune Form; Fig. II D auf 2 % Galaktose, weiße Form.

Über Silikatzersetzung durch Bodenbakterien und Hefen.

2. Mitteilung.

Von **K. Bassalik.**

(Aus dem botanischen Institut der Universität Basel.)

In der vorliegenden Arbeit, die eine Fortsetzung und Erweiterung meiner in dieser Zeitschrift (Bd. II, S. 1—32) erschienenen Publikation bildet, habe ich mich mit der Einwirkung hauptsächlich des Bacillus extorquens, daneben, wenn auch in geringerem Maße, mit jener von Nitritbildnern, Buttersäurebakterien und Hefe auf zwölf der verbreitetsten Silikate und auf Apatit befaßt.

Die Versuchsmethode war, mit einer Ausnahme, dieselbe wie in der erwähnten Publikation. Nur habe ich, um die Resultate sicherzustellen, mehr Kontrollversuche ausgeführt.

I. Die Nährlösungen[1]).

Um stete Wiederholungen zu vermeiden, gebe ich nachstehend die Zusammensetzung der verwendeten Lösungen in den verschiedenen Versuchsserien, nach römischen Ziffern geordnet, die später in den Tabellen oder im Text stets der nun folgenden Aufzählung entsprechen werden.

Es bedeuten also:

I eine Kontrollserie mit je 40 ccm destilliertem Wasser.

II eine Kontrollserie mit je 40 ccm unter Schütteln mit Kohlendioxyd gesättigtem Wasser (bei Zimmertemperatur).

III eine sterile Kontrolle mit je 40 ccm Lösung von folgender Zusammensetzung:

0,2 % oxalsaures Ammon,
0,025 % phosphorsaures Ammon,
0,025 % schwefelsaures Ammon in zweifach destilliertem Wasser.

[1]) Alle zur Verwendung gelangten Chemikalien stammten von E. Merck, Darmstadt.

IV eine Lösung von gleicher Zusammensetzung wie III, mit Zusatz von der dem Mineral gleichen Gewichtsmenge kohlensauren Ammons.

Die Lösung wurde ebensolange mit dem Mineralpulver wie Serie III beim Sterilisieren gekocht; nach dem Erkalten wurde die dem abgewogenen Mineralpulver gleiche Gewichtsmenge kohlensauren Ammons zugesetzt, von neuem 20 Min. lang gekocht, und hierauf mit Oxalsäure neutralisiert. Mit dieser Operation wurde eine Nachahmung des Neutralisierens mittels Oxalsäure der fortwährend alkalisch werdenden Nährlösung in den Bakterienkulturen der Serien V und VI versucht; insbesondere sollte damit eine etwaige Einwirkung der in den Serien V und VI zur Neutralisation fortlaufend zugesetzten Oxalsäure sowie des bei der Verarbeitung des oxalsauren Ammons durch den Bacillus extorquens entstehenden kohlensauren Ammons auf die Mineralpulver verfolgt und festgestellt werden.

Va, b und c sind Parallelserien mit je 40 ccm Nährlösung pro Versuchsgefäß von folgender Zusammensetzung:

0,2 % oxalsaures Ammon,
0,025 % phosphorsaures Ammon,
0,025 % schwefelsaures Ammon in zweifach destilliertem Wasser (wie Serie III).

Beimpft wurden diese Serien, die nicht zu gleicher Zeit angesetzt worden waren, mit einer Reinkultur von Bacillus extorquens. Im Laufe der Versuche erhielten alle Versuchsgefäße der Serie a noch je 10 ccm einer sterilen 0,2prozentigen Lösung von oxalsaurem Ammon.

Außerdem wurde in allen Versuchskölbchen der drei Parallelreihen das fortwährend verarbeitete Oxalat durch Oxalsäuregaben ersetzt; die einzelnen Säuregaben schwankten je nach dem Grad der entstandenen Alkalinität, zwischen 0,01—0,08 g, meistens jedoch betrugen sie 0,03 g. Jeder Versuch wurde abgebrochen, sobald der Oxalsäureverbrauch, auf wasserfreie Oxalsäure berechnet, die gleiche Gewichtsmenge erreichte wie das zum Versuch gegebene Mineralpulver. Auf diese Weise hoffte man eine Proportionalität zwischen zersetztem Mineral und ausgeatmetem Kohlendioxyd — die Menge des entstehenden Kohlendioxyds bei Verarbeitung einer bestimmten Menge Oxalat durch den Bacillus extorquens war durch andere Versuche festgestellt worden — ohne Rücksicht auf die Versuchsdauer, zu ermitteln.

VI ist eine Nährlösung, bestehend aus:

0,2 % oxalsaurem Ammon,
0,01 % phosphorsaurem Ammon,
0,01 % schwefelsaurem Ammon in zweifach destilliertem Wasser, mit Bacillus extorquens beimpft, wobei im Laufe des Versuches die Lösung dreimal erneuert worden war.

VII ist eine Nährlösung für Nitritbildner, bestehend aus:

0,01 % kohlensaurem Ammon,
0,01 % phosphorsaurem Ammon,
0,01 % schwefelsaurem Ammon in zweifach destilliertem Wasser, in jedem Versuchsgefäß je 40 ccm.

Diese Serie wurde mit Nitrosomonas europaea Winogradski, aus dreifacher Überimpfung in Winogradskische Lösung gewonnen, beimpft. Je nach Verbrauch des Ammons wurde dieses in der Form von kohlensaurem Ammon in den einzelnen Kölbchen ersetzt.

VIII ist eine Serie mit folgender Nährlösung:

3 % Dextrose,
0,01 % Natriumdiphosphat,
0,01 % Natriumsulfat in zweifach destilliertem Wasser.

In jedes Kölbchen wurden je 150 ccm obiger Lösung gegeben. Beimpft wurde aus einer mehrmals überimpften Anreicherungskultur des Clostridium Pasteurianum Winogradski.

IX ist eine Nährlösung von:

3 % Dextrose,
0,05 % Asparagin,
0,01 % phosphorsaurem Ammon,
0,01 % schwefelsaurem Ammon in zweifach destilliertem Wasser.

In jedes Kölbchen wurden je 150 ccm der Nährlösung gegeben und mit einer Agarreinkultur einer Bierhefe beimpft. Die Kölbchen dieser Serie verblieben während der ganzen Versuchsdauer im Thermostaten bei 28°.

2. Die Kulturen.

Alle Kulturen und Kontrollen, mit Ausnahme derjenigen der Serie VI, wurden in 200, 250 und 300 ccm fassenden Erlenmeyerkölbchen von Jenaer Glas ausgeführt.

Es erschien aber wünschenswert, wenigstens in einer Versuchsreihe die natürlichen Verhältnisse im Boden, wo das aus den Mineralbestandteilen Gelöste entweder von den Pflanzen aufgenommen, durch Adsorption gebunden oder durch Sickerwässer fortgeführt wird, so weit als möglich nachzuahmen. Es mußte mittels einer zweckentsprechenden Versuchsanordnung danach getrachtet werden, um mindestens periodisch das aus dem Mineral Gelöste aus den Kulturen abzuführen, mit gleichzeitiger Vermeidung auch nur der geringsten Verluste an ungelöstem Mineralpulver. Ich beabsichtigte daher die Kulturen in passenden Gefäßen mit Diffusionsmembranen als Boden auszuführen. Auf den Rat von Prof. A. Fischer jedoch wählte ich Goochtiegel als Kulturgefäße, weil dadurch nicht nur der Zweck erreicht, sondern außerdem noch jeder Fehler in der Gewichtsbestimmung bei der Wiederwägung des Mineralpulvers nach Ablauf der Versuchsdauer völlig ausgeschaltet wurde, was auch mehrere blinde Vorversuche mit verschiedenen Mineralpulvern einwandfrei bewiesen haben.

Ein Nachteil war jedoch mit dieser Serie gegenüber den in Erlenmeyerkolben ausgeführten verknüpft: Das Mineralpulver war nämlich in den Erlenmeyerkolben, je nach deren Größe, auf einer 3400 bis 6100 qmm betragenden Fläche ausgebreitet, wogegen diese Fläche in den Goochtiegeln nur ca. 610 qmm betrug. Dadurch konnten die Bakterien weniger stark das Mineralpulver durchsetzen und die einzelnen Partikel umhüllen als in den Erlenmeyerkolben, und daher konnte auch der Lösungseffekt kein so großer sein wie er es bei einer fünf- bis zehnfach größeren Fläche ohne Zweifel gewesen sein würde.

Die als Kulturgefäße für diese VI. Serie verwendeten Goochtiegel von Meißner Porzellan besaßen einen Inhalt von 30 ccm. Die Filter bestanden aus in konzentrierter Salzsäure digeriertem Asbest und gestatteten völlig klare Filtrate. Die derart vorbereiteten Goochtiegel wurden gelinde geglüht, gewogen, hierauf mit einer abgewogenen Menge Mineralpulver[1]) beschickt und wiederum bis zur Gewichtskonstanz gelinde erhitzt. Hierauf wurden die Tiegel in passende 50 ccm-Bechergläser von Jenaer Glas, von 70 mm Höhe, die vorher sterilisiert und

[1]) Schon hier will ich bemerken, da dies später in den Tabellen sich nicht gut anbringen ließe, daß ein genau wie die anderen präparierter Goochtiegel ohne Mineralpulverzusatz beimpft wurde und als Kontrolle für das Verhalten der Bakterien gegenüber dem Asbest diente. Das Wachstum der Bakterien war in diesem Tiegel schwach, und nach Ablauf einer Versuchsdauer von 118 Tagen wies der Tiegel ein Mindergewicht von 1,6 mg auf, was die Unangreifbarkeit des Asbests seitens der Bakterien in dieser Versuchsreihe bewies.

mit Nährlösung gefüllt waren, bis zu ca. 4/5 ihrer Höhe eingesenkt, bis aufs gleiche Niveau mit Nährlösung gefüllt und mit einer Reinkultur des Bacillus extorquens beimpft, bedeckt und bei Zimmertemperatur in einem Schrank belassen. Während der Kulturdauer wurde die Lösung in den Bechergläsern dreimal erneuert; das Abgegossene eingeengt und zur Analyse aufbewahrt. Außerdem wurde die in den Goochtiegeln durch Verbrauch des Oxalats alkalisch werdende Nährlösung mit Oxalsäure von Zeit zu Zeit, meistens jeden zweiten Tag, neutralisiert. Der Verbrauch an Oxalsäure war in allen Goochtiegeln ziemlich gleichmäßig, so daß die zugesetzte Oxalsäuremenge fast überall gleich, nämlich 0,5 g betrug.

Alle zur Verwendung gelangten Mineralpulver[1]), und zwar: Orthoklas, Mikroklin, Oligoklas, Labradorit, Nephelin (Elaeolith), Leucit, Kaliglimmer (Muscovit), Magnesiaglimmer (Meroxen), Olivin, Augit, Hornblende, Turmalin und Apatit entstammten unverwittertem Material und wurden bis zu einem Durchmesser von 0,1 mm für die größten Körnchen abgesiebt. Vor dem Einwägen in die Versuchsgefäße wurden die Pulver bis auf ca. 300° erhitzt.

In den Kulturen war das Mineralpulver von den Bakterien durchweg stark durchsetzt: in den Kulturen der Buttersäurebakterien und auch der Hefe ließ es sich ziemlich schwierig, in denjenigen des Nitritbildners fast nicht und in den Kulturen des Bacillus extorquens gar nicht aufschütteln. B. extorquens umhüllte das ganze Pulver derart mit starken und zähen Häuten, daß beim langandauerndem Schütteln sich nur größere „Fladden“, bestehend aus dem festumhüllten Mineral, von der Glaswandung losreißen ließen.

Die Reaktion der Lösung blieb in den sterilen Kontrollen während der ganzen Versuchsdauer ungefähr gleich schwach alkalisch, ebenso in den Kulturen des Nitritbildners mit Ausnahme der Orthoklaskultur, die ein wenig sauer geworden war. In den Kulturen mit Hefe wurde sie durchweg schwach sauer, in den der Buttersäurebakterien sehr stark sauer, dagegen in den Kulturen des B. extorquens fortwährend stark alkalisch.

Der fortwährend eintretenden starken Alkalinität in den Kulturen des B. extorquens ist auch die Abnahme der Intensität der Oxalsäurezersetzung mit dem Alter der Kulturen zuzuschreiben, weshalb man auch kein reines Bild von der Abhängigkeit der Mineralzersetzung von der

[1]) Sämtliche Mineralien stammten von der Firma Dr. Fr. Krautz, Bonn.

verbrauchten Oxalsäuremenge resp. gebildeten Kohlendioxydmenge erhalten konnte.

Das in die Kulturen des B. extorquens gegebene Oxalat resp. die zugesetzte Oxalsäure war bei Abbruch der einzelnen Versuche stets bis auf Spuren verbraucht.

Was die Kulturen des Nitritbildners anbetrifft, so wurden davon von Zeit zu Zeit Proben zum Nachweis von noch vorhandenem Ammon entnommen und je nach dem Verbrauch frisches Ammonsalz als Karbonat zugesetzt. So erhielt im Laufe des Versuches die Kultur auf Orthoklas noch 0,05 g Ammonkarbonat, diejenigen auf Mikroklin und Kaliglimmer 0,1 g, die Kultur auf Hornblende 0,12 g und die auf Nephelin und Leucit je 0,21 g Ammonkarbonat. Auf salpetrige Säure wurden die Kulturen mit Diphenylamin in Schwefelsäure und mit Rieglers Reagens geprüft. Dabei zeigte sich, daß in der Orthoklaskultur nur sehr wenig Nitrit entstand (eine Platinöse der Kulturflüssigkeit gab nur eine ziemlich schwache Blaufärbung des Diphenylamins und eine schwach rote Färbung des Rieglerschen Reagens), während die übrigen Kulturen, von Mikroklin an, immer größere Mengen von Nitrit anzeigten, am meisten Leucit und Nephelin. Die Resultate ergaben dann auch eine weit stärkere Zersetzung des Minerals in den Kulturen, die eine starke Nitritreaktion zeigten. Beim Abbruch der Versuche war noch in allen Kulturen Ammon vorhanden, am wenigsten in der Leucit- und Nephelinkultur.

In den Buttersäurebakterienkulturen war die Dextrose bis auf 70—80% verbraucht (nur in der Hälfte des Filtrates von drei Kulturen bestimmt), in den Hefekulturen bis auf über 90% (nach Bestimmungen in ebenfalls drei Kulturen).

Da nach Winogradski durch Clostridium Pasteurianum annähernd 45% des Zuckers in Fettsäuren umgewandelt wird, so hätte in unseren Kulturen, die jede 4,5 g Dextrose enthielten, wovon 70 bis 80%, d. i. ca. 3—3,5 g verbraucht wurden, ungefähr 1,5 g Fettsäure, vorwiegend Buttersäure, entstehen können, daneben noch ungefähr dieselbe Menge an Kohlendioxyd. Da die Filtrate zur Bestimmung der darin gelösten Bestandteile der Minerale aufbewahrt werden mußten, so konnte in ihnen die Säuremenge nicht direkt bestimmt werden.

In den Hefekulturen, deren jede 4,5 g Dextrose enthielt, mußte bei einem Verbrauch von ca. 90% des zugesetzten Zuckers, da ja Hefen aus 1 g Monosaccharid ca. 0,5 g Kohlendioxyd bilden, ungefähr je 2 g Kohlendioxyd entstanden sein.

In den Kulturen des Nitritbildners mag die maximale Menge der salpetrigen Säure, aus der Oxydation des zugesetzten Ammons be-

rechnet, die in der untenstehenden Tabelle angegebenen Werte betragen haben:

Kultur auf	Gegebene Ammonsalzmenge in g	Darin N enthalten in g	Aus der Oxydation des zugesetzten N konnten entstanden sein HNO_2 in g
Orthoklas	0,06	0,02	0,067
Mikroklin	0,11	0,037	0,12
Kaliglimmer	0,11	0,037	0,12
Hornblende	0,13	0,043	0,144
Nephelin	0,22	0,073	0,244
Leucit	0,22	0,073	0,244

Da jedoch in keiner der Kulturen das Ammon völlig verbraucht worden war, so war daher überall die entstandene Menge an salpetriger Säure geringer, besonders aber in der Kultur mit Orthoklas, wie es die Reaktion auf salpetrige Säure und der baldige Stillstand der Nitrifikation bewies.

In den Kulturen des Bacillus extorquens dagegen, der bei gutem Wachstum aus dem verarbeiteten Oxalat ungefähr 75 % Kohlendioxyd des Oxalatgewichtes bildet, betrug die Menge des gebildeten Kohlendioxyds — mit Ausnahme der Kulturen der Goochtiegelserie (VI) — ungefähr $^3/_4$—$^4/_5$ des Mineralgewichtes in jeder Kultur, da ja dem Mineralgewicht gleiche Oxalsäuremengen zugesetzt und verarbeitet worden waren.

Was noch die Serie Va der B. extorquens-Kulturen anbetrifft, so muß erwähnt werden, daß in diese Serie absichtlich erst nach 2 Monaten Oxalsäure zwecks Neutralisation zugesetzt wurde, weshalb das Wachstum der Bakterien in dieser Serie wegen der zu starken Alkalinität während der erwähnten 2 Monate fast sistiert war. Auf diese Weise wollte man die Versuchsdauer gegenüber den Serien b und c verlängern zwecks Feststellung der Rolle, die die Zeit auf die Minerallösungsvorgänge in den Bakterienkulturen ausübt. Die Bakterien erholten sich in der Serie Va von der langanhaltenden Alkalinität erst nach 4—5 Tagen vom Zusatz der ersten Oxalsäuregaben an gerechnet, wie die Steigerung im Oxalatverbrauch zeigte.

Aus der obigen Betrachtung haben wir entnehmen können, welcher Art und welche ungefähren Mengen an Lösungsmitteln von den Bakterien in den verschiedenen Kulturen

erzeugt worden und zur Einwirkung auf die Mineralpulver gelangt sind.

Die Dauer der verschiedenen Versuche betrug 27—242 Tage; die der Kontrollen war länger als die der Bakterienkulturen. Die genaueren Daten hierfür findet man in den Tabellen.

3. Aufarbeitung der Kulturen.

Nach Ablauf der Versuchsdauer wurden die Mineralpulver zusammen mit der Bakterienmasse mit Ausnahme der Serie VI in den Goochtiegelkulturen, wo dies ja nicht nötig war, unter peinlichster Vermeidung von Substanzverlusten aus den Kulturgefäßen in dichte frische Goochtiegel gespült und völlig klar filtriert.

Der Rückstand in den Goochtiegeln wurde zwecks Entfernung der Bakterien bei einer Temperatur von 300—400° — die Goochtiegel wurden hierbei auf Asbestringen in größeren Porzellantiegeln aufgehängt — erhitzt und gewogen. Die Differenzen zwischen dem Anfangs- und Endgewicht der Mineralpulver beziehen sich in allen Angaben auf derart behandelte Pulver.

Die Behandlung der Filtrate richtete sich naturgemäß nach ihrer wahrscheinlichen Zusammensetzung, die gegeben war durch die Natur des Versuchsminerals, der ursprünglichen Nährlösung und der durch die Organismen erzeugten Produkte.

Als Basen kamen demnach in Betracht — außer dem von vornherein zugesetzten Ammon in den Nährlösungen III, VII und IX und dem Natron in Serie VIII nur die eventl. aus dem Mineral gelösten.

Als Säuren konnten in den Filtraten auftreten neben dem durch die Organismen produzierten Kohlendioxyd, den Fettsäuren und der salpetrigen Säure, noch die in den Nährlösungen vorhandenen geringen Mengen Phosphor- und Schwefelsäure.

Die Mengen dieser beiden Säuren waren aber, wie ich mich in 3 Teilproben von Filtraten durch Fällungen mit molybdänsaurem Ammon und Salpetersäure, dann durch Baryumchlorid überzeugt habe, äußerst gering, so daß sie bei der Analyse füglich außer acht gelassen werden durften. Fast die gesamte zugesetzte Phosphorsäure wird in der Leibessubstanz der Bakterien enthalten gewesen sein, wie dies auch aus Bestimmungen der Trockensubstanz der Bakterien zu folgern war. Ich habe nämlich in 8 Fällen die Trockensubstanz derart bestimmt, daß ich das in den Goochtiegel gespülte Mineralpulver samt der Bakterienmasse bei 120°

erhitzt und gewogen, dann bei 300—400° erhitzt und die dabei sich ergebende Differenz als Bakterientrockensubstanz berechnet habe. Ich erhielt hierbei Werte von 60—150 mg, im Mittel 90 mg Bakterientrockensubstanz, die unter Zugrundelegung der Berechnungen von J. Stoklasa (I, S. 495) über den Phosphorgehalt der Bakterien, den er zu ca. 5 % gefunden hat, fast die ganze Menge des in der ursprünglichen Nährlösung vorhandenen Phosphors enthalten würden. Die obigen Ausführungen beziehen sich jedoch nicht auf die Filtrate der Apatitkulturen.

Der Gang der qualitativen Analyse war, mit Berücksichtigung der gegebenen Verhältnisse, im allgemeinen der übliche.

Die Filtrate wurden eingeengt — wobei sich die völlig klaren Filtrate der Kulturen meist stark trübten, in vielen Fällen unter Abscheidung von meist rotbraunen Flöckchen, die auf Ferrihydroxyd schließen ließen — verdampft, darauf zwecks Verjagung der Ammonsalze und Zersetzung der Oxalate (bei den Kontrollen) gelinde geglüht; hierauf wurde mit Salzsäure aufgenommen (meist Aufbrausen), wobei in den meisten Fällen ein unlöslicher Rückstand verblieb, wiederum verdampft, von neuem mit Salzsäure aufgenommen und vom Rückstand abfiltriert. Das Filtrat wurde sodann auf die erwarteten Basen qualitativ untersucht, während der in Salzsäure unlösliche Rückstand mit kohlensaurem Natron auf dem Wasserbade erhitzt wurde zwecks Erkennung der Kieselsäure.

Die Filtrate der Buttersäurebakterienkulturen (Serie VIII) und der Hefekulturen (Serie IX) mußten, mit Rücksicht auf den in ihnen befindlichen Dextroserest und die Fettsäuren zuerst verascht werden, was beim langsamen Erhitzen im Platintiegel ausgeführt wurde.

Da die qualitative Analyse stets mehrerer Kulturfiltrate eines und desselben Minerals darüber orientierte, welche Basen und in welcher ungefähren Menge in Lösung gegangen sind, so wurde mit dem Filtrat mindestens einer Kultur eines jeden Minerals die quantitative Analyse durchgeführt.

Der Gang derselben war im allgemeinen folgender: Nach dem Eindampfen des Filtrates, Verjagung der Ammonsalze durch Erhitzen und Abscheidung der Kieselsäure mittels Salzsäure wurde das von Kieselsäure befreite saure Filtrat mit Salmiak versetzt, aufgekocht, hierauf mit Ammoniak versetzt, gekocht, bis der Überschuß an Ammoniak fast verjagt war und der entstandene flockige Niederschlag — Eisen- und eventl. Aluminiumhydroxyd — abfiltriert.

Dieser Niederschlag wurde in wenig Salzsäure gelöst, mit Kalilauge versetzt, gekocht und abfiltriert. In dem nunmehrigen Niederschlag war das Eisen als Ferrihydroxyd vorhanden, welches, sofern es in einer sicher wägbaren Menge vorhanden war, in Salzsäure gelöst, mit Ammoniak gefällt, geglüht und als Fe_2O_3 gewogen wurde. Das Filtrat, welches Aluminat enthalten konnte, wurde mit Salpetersäure angesäuert, mit Ammoniak gefällt, geglüht und als Al_2O_3 gewogen.

Das von Eisen und Aluminium befreite Filtrat wurde darauf mit Salzsäure angesäuert, dann noch etwas Salmiak zugesetzt und darin das Kalzium mit heißem Ammonoxalat gefällt und als CaO gewogen. In das nun kalziumfreie Filtrat wurde Ammoniak im Überschuß gegeben und das Magnesium mit vorsichtig zugesetztem phosphorsaurem Ammon gefällt und als $Mg_2P_2O_7$ gewogen.

Das magnesiumfreie Filtrat wurde durch Kochen vom freien Ammoniak befreit und die überschüssige Phosphorsäure unter Zusatz von kohlensaurem Ammon mit vorsichtig tropfenweise zugesetztem Eisenchlorid gefällt, gekocht und abfiltriert. Dieses Filtrat wurde endlich zur Trockne verdampft, die Ammonsalze durch Erhitzen verjagt und der Rückstand, wenn Natrium erwartet wurde, gewogen, darauf mit ganz schwacher Salzsäure aufgenommen, Platinchlorwasserstoffsäure zugesetzt, bei niedriger Temperatur abgedampft und ätherhaltiger absol. Alkohol zugesetzt, gewaschen, getrocknet und als $K_2[PtCl_6]$ gewogen, das Natrium aus der Differenz bestimmt.

In einigen Fällen, wie bei Orthoklas, Mikroklin, Nephelin und Leuzit, wo nur äußerst geringe Mengen von Kalzium und Magnesium, nach dem Ausfall der qualitativen Analyse zu urteilen, vorhanden waren, wurde das Kalium als Kaliumkobaltnitrit gefällt, hierauf bei ca. 300° zersetzt, abfiltriert und als Kaliumplatinchlorid gefällt und gewogen. Das De Koninck'sche Reagens habe ich nach der Vorschrift von K. Gilbert (S. 10) hergestellt, welches sich ausgezeichnet auch zum qualitativen Nachweis von Kalium bei sehr geringen Mengen desselben eignet. Qualitativ auf Natrium wurde mit pyroantimonsaurem Kali ($K_4Sb_2O_7$) geprüft.

In den Kulturen auf Apatit wurde die Phosphorsäure mittels der Molybdatmethode im Filtrat, und leider nicht auch im Rückstand bestimmt.

4. Versuchsergebnisse.

In den nun folgenden Tabellen I—XIV findet man die einzelnen Versuchsergebnisse für jedes Mineral besonders zusammengestellt.

Orthoklas (von Kragerö, Norwegen).

Tabelle I.

Beimpft mit	Serien-Nr. der Nährlösung	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	wiedergewogen g	Verlust in g	in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	1,2678	1,2672	0,0006	0,05	—
„	II	—	1,0595	1,0578	0,0017	0,16	—
„	IV	—	0,6141	0,6130	0,0011	0,18	—
Bacillus extorquens .	VI	121	1,3352	1,3078	0,0274	2,05	siehe unten
Nitrosomonas europaea Winogr. . .	VII	83	1,7246	1,7188	0,0058	0,34	K
Clostridium Pasteurianum	VIII	50	1,8612	1,8468	0,0144	0,77	K, Fe, SiO_2, Ca, Na
Hefe	IX	33	1,6870	1,6772	0,0098	0,58	K, Ca (Spur), Fe, SiO_2

Der Abdampfrückstand des Filtrates der Goochtiegelserie wog nach Verjagung der Ammonsalze 0,0355 g. Darin war: SiO_2 0,0095 g, Fe_2O_3 wägbar, Al Spuren, K_2O 0,0146 g.

Mikroklin (von Mitchell Co, N-Carolina).

Tabelle II.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	wiedergewogen g	Verlust in g	in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,7261	0,7257	0,0004	0,05	—
„	II	—	0,8860	0,8844	0,0016	0,18	—
„ , steril . .	III	152	0,8254	0,8203	0,0051	0,62	K, SiO_2
„	IV	—	0,6283	0,6266	0,0017	0,27	—
B. extorquens . . .	Va	146	0,6218	0,5998	0,0220	3,54	
„ „ . . .	b	111	0,6445	0,6283	0,0162	2,51	K, Ca, Fe, SiO_2
„ „ . . .	c	93	1,1114	1,0880	0,0234	2,09	K, Ca, Spur Al, Fe, SiO_2
„ „ . . .	VI	110	1,2784	1,2496	0,0288	2,25	siehe unten
Nitrosomonas europaea W.	VII	82	1,2443	1,2354	0,0089	0,71	K, Ca, Fe
Clostridium Pasteur.	VIII	53	0,5198	0,5110	0,0088	1,69	K, Ca, Fe, Na
Hefe	IX	30	0,9029	0,8942	0,0087	0,96	K, Ca, Fe

Der ammonsalzfreie Eindampfrückstand des Filtrates der Serie VI wog 0,0378 g. Darin war: SiO_2 0,0067 g, Fe_2O_3 0,0039 g, Al Spuren, K_2O 0,0172 g.

Oligoklas (von Bamle, Norwegen).

Tabelle III.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchs-dauer Tage	Mineralpulver gegeben g	wieder-gewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,6521	0,6513	0,0008	0,12	—
„	II	—	0,5848	0,5819	0,0029	0,49	—
„ , steril . .	III	157	0,9961	0,9889	0,0072	0,72	Na, Fe
B. extorquens . . .	Va	156	0,6967	0,6821	0,0146	2,10	K, Na, Ca, Fe, SiO_2
„ „ . . .	b	110	0,5751	0,5612	0,0139	2,42	Na, Ca, Fe, SiO_2
„ „ . . .	c	87	1,1314	1,1089	0,0225	1,99	K, Na, Ca, Al (Spur), Fe, SiO_2
„ „ . . .	VI	110	1,1538	1,1273	0,0265	2,30	siehe unten
Clostridium Pasteur.	VIII	54	0,5562	0,5428	0,0134	2,41	Na, Ca (Mg?)
Hefe	IX	31	1,8301	1,8079	0,0222	1,21	Na, Ca, Fe, SiO_2

Der ammonsalzfreie Abdampfrückstand des Filtrates der Serie VI wog 0,0391 g. Darin war: SiO_2 0,0089 g, Fe_2O_3 0,0031 g, Al Spuren, CaO 0,0032 g, MgO Spuren, K_2O Spuren, Na_2O 0,0118 g.

Labradorit (von Labrador).

Tabelle IV.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchs-dauer Tage	Mineralpulver gegeben g	wieder-gewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,9662	0,9658	0,0004	0,04	—
„	II	—	1,2274	1,2249	0,0025	0,20	—
„ , steril . .	III	182	1,4600	1,4490	0,0110	0,75	Na, Ca, Spur SiO_2
„	IV	—	0,9600	0,9597	0,0003	0,03	—
B. extorquens . . .	Va	180	0,7678	0,7522	0,0156	2,03	Na, Ca, SiO_2, Spur Fe
„ „ . . .	b	161	0,7872	0,7680	0,0192	2,67	Na, Ca, SiO_2, Spur Fe
„ „ . . .	VI	112	1,1847	1,1591	0,0256	2,16	siehe unten
Clostridium Pasteur.	VIII	55	1,7698	1,7445	0,0253	1,43	Na, Ca, SiO_2 (wenig)
Hefe	IX	36	1,0459	1,0346	0,0113	1,08	Na, Ca, Spur SiO_2

Der ammonsalzfreie Abdampfrückstand des Filtrates der Serie VI wog 0,0308 g. Darin war: SiO_2 0,0064 g, Fe und Al Spuren, CaO 0,0081 g, Mg Spuren, Na_2O 0,0083 g.

Nephelin (Elaeolith) von Miask, Ural.

Tabelle V.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,6848	0,6846	0,0002	0,03	—
„	II	—	0,6742	0,6694	0,0048	0,71	—
„ , steril . .	III	240	0,6988	0,6890	0,0098	1,40	K, SiO_2 (Na?)
„	IV	—	1,4736	1,4601	0,0135	0,92	K, Na, SiO_2
B. extorquens . . .	Va	227	0,9239	0,8952	0,0287	3,11	K, Na, SiO_2
„ „ . . .	b	161	0,7559	0,7202	0,0357	4,72	siehe unten
„ „ . . .	c	52	0,3743	0,3499	0,0244	6,52	K, Na, SiO_2
„ „ . . .	VI	123	1,4070	1,3483	0,0587	4,17	siehe unten
Nitrosomonas europaea W.	VII	86	0,8916	0,8692	0,0224	2,51	Na, K, Ca, Al, Fe, SiO_2
Clostridium Pasteur.	VIII	52	2,7550	2,6694	0,0856	3,11	siehe unten
Hefe	IX	32	1,1017	1,0803	0,0214	1,94	K, Na, SiO_2, Spur Fe

Die ammonsalzfreien Abdampfrückstände der Filtrate wogen:

in Serie Vb 0,0456 g. Darin war: SiO_2 0,0153 g, Al_2O_3 wägbar, K_2O 0,0095 g, Na_2O 0,0102 g;

in Serie VI 0,0697 g. Darin war: SiO_2 0,0124 g, Al_2O_3 0,0034 g, K_2O 0,0195 g, Na_2O 0,0234 g;

in Serie VIII 0,1283 g. Darin war: SiO_2 0,0146 g, Al_2O_3 wägbar, Fe Spuren, K_2O 0,0294 g, Na_2O 0,0598 g (ein Teil des Natriums aus dem Na-Gehalt der Nährlösung).

Leucit (vom Albanergebirge).

Tabelle VI.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,9733	0,9689	0,0044	0,45	—
„	II	—	1,0997	1,0893	0,0104	0,94	K, SiO_2
„ , steril . .	III	181	0,9414	0,9299	0,0115	1,22	K, Na, SiO_2
„	IV	—	0,8874	0,8796	0,0078	0,88	K
B. extorquens . . .	Va	225	1,4063	1,3741	0,0322	2,29	siehe unten
„ „ . . .	b	79	0,5166	0,5011	0,0155	3,00	K, SiO_2
„ „ . . .	c	86	0,8286	0,8034	0,0252	3,04	K, Na, SiO_2, Al
„ „ . . .	VI	124	1,5006	1,4505	0,0501	3,34	siehe unten
Nitrosomonas europaea W.	VII	85	1,1333	1,1056	0,0277	2,44	„ „
Clostridium Pasteur.	VIII	53	0,8686	0,8360	0,0326	3,75	„ „
Hefe	IX	30	1,0312	1,0041	0,0271	2,63	K, SiO_2

In den Filtraten wurde an Gesamtrückstand gefunden:

in Serie Va 0,0374 g. Darin war: SiO_2 0,0108 g, Al_2O_3 0,0046 g, K_2O 0,0234 g;

in Serie VI 0,0643 g. Darin war: SiO_2 0,0145 g, Al_2O_3 0,0072 g, K_2O 0,0396 g, Na_2O Spuren;

in Serie VII 0,0368 g. Darin war: SiO_2 0,0082 g, Al_2O_3 wägbar, K_2O 0,0234 g;

in Serie VIII 0,0580 g. Darin war: SiO_2 0,0064 g, Al u. Fe Spuren, K_2O 0,0292 g, Na_2O 0,0184 g (aus der Nährlösung, die Na enthielt).

Kaliglimmer (Muskovit) aus der Auvergne.

Tabelle VII.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,9209	0,9197	0,0012	0,13	—
"	II	—	0,9151	0,9104	0,0047	0,51	–
" , steril . .	III	138	0,6245	0,6197	0,0048	0,77	—
"	IV	—	0,9636	0,9589	0,0047	0,49	K, Fe
B. extorquens . . .	Va	138	0,5657	0,5415	0,0242	4,28	K (viel), Ca u. Fe Spuren, SiO_2
" " . . .	b	152	1,0957	1,0609	0,0348	3,17	siehe unten
" " . . .	VI	113	1,3587	1,3191	0,0396	2,92	" "
Nitrosomonas europaea W.	VII	84	0,9752	0,9644	0,0108	1,11	K, Ca, Fe, SiO_2
Clostridium Pasteur.	VIII	51	1,1576	1,1386	0,0190	1,64	K, Ca, Fe, SiO_2, Na (stark)
Hefe	IX	32	0,6235	0,6143	0,0092	1,47	K, Fe

Der Abdampfrückstand wog:

in Serie Vb 0,0398 g. Darin war: SiO_2 0,0081 g, K_2O 0,0241 g, Al_2O_3 wägbar, Spuren von Fe und Na;

in Serie VI 0,0469 g. Darin war: SiO_2 0,0079 g, Al_2O_3 0,0046 g, K_2O 0,0272 g, Spuren von Fe und Na.

Magnesiaglimmer (Meroxen) von Miask, Ural.

Tabelle VIII.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver				Im Filtrat nachgewiesen
			gegeben g	wieder-gewogen g	Verlust in g	Verlust in %	
Kontrolle	I	—	0,3866	0,3861	0,0005	0,13	—
„	II	—	0,5708	0,5676	0,0032	0,56	—
„ , steril . .	III	136	0,4283	0,4240	0,0043	1,00	—
„	IV	—	0,5434	0,5423	0,0011	0,20	—
B. extorquens . . .	Va	111	0,3177	0,2930	0,0247	7,77	K, Mg, SiO_2, Spur. Fe
„ „ . . .	b	73	0,5173	0,4908	0,0265	5,12	siehe unten
„ „ . . .	c	94	1,2074	1,1683	0,0391	3,24	„ „
„ „ . . .	VI	108	0,6207	0,5847	0,0360	5,80	„ „
Clostridium Pasteur.	VIII	50	0,8550	0,8376	0,0174	2,04	K, Mg, SiO_2, Fe, Na
Hefe	IX	34	0,6690	0,6591	0,0099	1,49	K, Mg, SiO_2, Spur Fe

Der Abdampfrückstand wog:

in Serie Vb 0,0416 g. Darin war: SiO_2 wägbar, Al_2O_3 Spuren, Fe_2O_3 Spuren, MgO 0,0206 g, Na_2O Spuren, K_2O 0,0124 g;

in Serie Vc 0,0534 g. Darin war: SiO_2 0,0072 g, MgO 0,0229 g, K_2O 0,0148 g, Al_2O_3 wägbar, Fe Spuren, Na Spuren;

in Serie VI 0,0551 g. Darin war: SiO_2 0,0079 g, MgO 0,0196 g, K_2O 0,0112 g, Al_2O_3 wägbar, Spuren von Fe und Na.

Olivin (von Dreis, Eiffel).

Tabelle IX.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver				Im Filtrat nachgewiesen
			gegeben g	wieder-gewogen g	Verlust in g	Verlust in %	
Kontrolle	I	—	0,7171	0,7150	0,0021	0,29	—
„	II	—	1,3713	1,3642	0,0071	0,52	Mg, Fe
„ , steril . .	III	239	0,6206	0,6166	0,0040	0,64	Fe
„	IV	—	0,7693	0,7649	0,0044	0,57	Fe
B. extorquens . . .	Va	227	1,0467	1,0302	0,0165	1,58	Mg, Fe, SiO_2
„ „ . . .	b	150	1,0931	1,0762	0,0169	1,55	Mg, Fe, SiO_2
„ „ . . .	VI	124	2,2543	2,2124	0,0419	1,86	siehe unten
Clostridium Pasteur.	VIII	52	1,6608	1,6310	0,0298	1,79	„ „
Hefe	IX	27	1,3493	1,3347	0,0146	1,08	Mg, Fe, SiO_2

Der Abdampfrückstand wog:

in Serie VI 0,0678 g. Darin war: SiO_2 0,0082 g, Fe_2O_3 0,0162 g, MgO 0,0258 g, Spuren Ca und Al;

in Serie VIII 0,0723 g. Darin war: SiO_2 0,0058 g, MgO 0,0196 g, Fe_2O_3 0,0098 g, Na_2O 0,0192 g, Spuren Al und Ca.

Augit (von Boreslav, Böhmen).

Tabelle X.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Mineralpulver Verlust in g	Mineralpulver Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	1,4543	1,4505	0,0038	0,26	—
„	II	—	0,9390	0,9337	0,0053	0,56	—
„ , steril . .	III	184	0,8782	0,8708	0,0074	0,84	Ca, Fe (Mg?)
B. extorquens . . .	Vb	102	1,0216	0,9803	0,0413	4,04	Mg, Ca, Fe, SiO_2
Clostridium Pasteur.	VIII	53	1,1071	1,0891	0,0180	1,63	Mg, 0,0088 CaO; Fe, SiO_2, Na (stark)
Hefe	IX	31	1,0195	1,0063	0,0132	1,28	Mg, Ca, Fe, SiO_2

Hornblende (von Lukov, Böhmen).

Tabelle XI.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Mineralpulver Verlust in g	Mineralpulver Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	0,5638	0,5624	0,0014	0,24	—
„	II	—	0,7633	0,7594	0,0039	0,51	—
„ , steril . .	III	182	0,6783	0,6723	0,0060	0,88	Mg(?) Ca, Fe, SiO_2
„	IV	—	0,9196	0,9154	0,0042	0,42	Fe
B. extorquens . . .	Va	156	0,6840	0,6685	0,0155	2,27	Ca, Mg, Fe, SiO_2, K(?)
„ „ . . .	b	149	0,7182	0,6964	0,0218	3,04	Mg, Ca, Fe, SiO_2, K Spuren
„ „ . . .	VI	112	1,3085	1,2757	0,0328	2,51	siehe unten
Nitrosomonas europaea W.	VII	81	1,8257	1,7857	0,0400	2,19	„ „
Clostridium Pasteur.	VIII	51	1,0930	1,0640	0,0290	2,65	Na, K, Mg, Ca, Fe, SiO_2
Hefe	IX	32	1,7760	1,7512	0,0248	1,40	Mg, Ca, Fe, SiO_2

Der Abdampfrückstand wog:

in Serie VI 0,0497 g. Darin war: SiO_2 0,0069 g, Fe_2O_3 0,0063 g, CaO 0,0112 g, MgO 0,0143 g, Spuren von K, Na, Al;

in Serie VII 0,0638 g. Darin war: SiO_2 0,0063 g, Fe_2O_3 0,0058 g, CaO 0,0187 g, MgO 0,0164 g, K_2O wägbar, Spuren von Na und Al.

Schwarzer Turmalin.

Tabelle XII.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat nachgewiesen
Kontrolle	I	—	1,1061	1,1043	0,0018	0,16	—
„	II	—	1,9303	1,9212	0,0091	0,47	Mg, Ca, Fe
„ , steril . .	III	242	0,7286	0,7248	0,0038	0,52	—
„	IV	—	0,8503	0,8466	0,0037	0,44	—
B. extorquens . . .	Va	225	1,2166	1,1870	0,0296	2,44	siehe unten
„ „ . . .	b	163	0,7464	0,7235	0,0229	3,07	Na, K, Mg, Ca, Al, Mn, Fe, SiO_2
„ „ . . .	VI	113	1,3040	1,2750	0,0290	2,22	siehe unten
Clostridium Pasteur.	VIII	50	0,8134	0,8055	0,0079	0,97	Na, Mg, Ca, Fe
Hefe	IX	29	0,8152	0,8081	0,0071	0,87	Mg, Ca, Fe, Na?

Der Abdampfrückstand wog:

in Serie Va 0,0386 g. Darin war: Na_2O 0,0056 g, K_2O 0,0046 g, MgO 0,0088 g, CaO wägbar, Fe_2O_3 0,0051 g, SiO_2 0,0068 g, Spuren Al, Mn;

in Serie VI 0,0418 g. Darin war: Na_2O 0,0062 g, K_2O 0,0048 g, MgO 0,0091 g, CaO wägbar, Fe_2O_3 0,0054 g, SiO_2 0,0059 g, Spuren Al und Mn. Die Reaktionen auf Bor blieben unsicher.

Roter Apatit (von Kragerö, Norwegen).

Tabelle XIII.

Beimpft mit	Serien-Nr.	Versuchsdauer Tage	Mineralpulver gegeben g	Mineralpulver wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %	Im Filtrat Phosphorsäure bestimmt, die % der ursprüngl. bildet
Kontrolle	I	—	1,0486	1,0469	0,0017	0,16	P_2O_5 nicht wägbar
„ , steril .	III	152	0,7106	0,7099	0,0007	0,10	zu geringe Fällung um in $Mg_2P_2O_7$ überzuführ.
„	IVa	—	0,6186	0,6083	0,0103	1,66	0,0081 g P_2O_5 = 3,51%
„	b	—	0,4215	0,4138	0,0077	1,83	0,0061 g P_2O_5 = 3,88%
„	c	—	1,6579	1,6382	0,0197	1,19	0,0154 g P_2O_5 = 2,49%
B. extorquens . .	Va	236	1,5292	1,5114	0,0178	1,16	0,0391 g P_2O_5 = 6,86%
„ „ . .	b	106	0,7264	0,7189	0,0075	1,03	0,0356 g P_2O_5 = 13,15%
Clostridium Pasteur.	VIII	50	1,1934	1,1228	0,0706	5,92	0,0344 g P_2O_5 = 7,73%
Hefe	IX	34	1,2624	1,2517	0,0107	0,85	0,0083 g P_2O_5 = 1,76%
Kontrolle	Xa	—	1,4310	1,3881	0,0429	2,99	0,0329 g P_2O_5 = 6,17%
„	b	—	0,5610	0,5452	0,0158	2,81	0,0123 g P_2O_5 = 5,89%

Die Nährlösungen für die Kulturen auf Apatit, und ebenso selbstverständlich die Kontrollösungen, waren ohne jeden Zusatz von Phosphat. Die in den Filtraten gefundenen Phosphorsäuremengen entstammen daher nur dem Apatit, dessen Phosphorsäuregehalt ein ziemlich tiefer, nämlich 37,263 % (Anhydrid) war. Wenn auch die Apatitstücke äußerlich keine Anzeichen von Verwitterung aufwiesen, so enthielt er doch Kohlensäure, deren Gehalt den Phosphorsäuregehalt naturgemäß herabdrückte.

Die Kontrollen Xa und b (Tab. XIII) wurden in der Weise ausgeführt, daß, zu dem abgewogenen Apatitpulver die Nährlösung wie in III—V gegeben wurde, darauf solange gekocht wie diese Serien beim Sterilisieren, hierauf das dem Apatitpulver gleiche Gewicht an oxalsaurem Ammon (wasserfrei berechnet) zugesetzt, darauf 20 Min. lang gekocht, filtriert und die in Lösung gegangene Phosphorsäure mittels der Molybdatmethode, wie in den übrigen Filtraten, bestimmt wurde.

Bevor wir zur Besprechung der in obigen Tabellen niedergelegten Resultate übergehen, mögen dieselben, der leichteren Übersichtlichkeit wegen, in einer besonderen Tabelle (XIV) zusammengestellt hier noch vorgeführt werden.

Tabelle XIV.

Mineralart	Gelöst in % der ursprünglichen Gewichtsmenge der angewandten Mineralpulver											
	Serien											
	I	II	III	IV	Va	Vb	Vc	VI	VII	VIII	IX	X
Orthoklas	0,05	0,16	—	0,18	—	—	—	2,05	0,34	0,77	0,58	—
Mikroklin	0,05	0,18	0,62	0,27	3,54	2,51	2,09	2,25	0,71	1,69	0,96	—
Oligoklas	0,12	0,49	0,72	—	2,10	2,42	1,99	2,30	—	2,41	1,21	—
Labradorit	0,04	0,20	0,75	0,03	2,03	2,67	—	2,16	—	1,43	1,08	—
Nephelin	0,03	0,71	1,40	0,92	3,11	4,72	**6,52**	4,17	**2,51**	3,11	1,94	—
Leucit	0,45	0,94	1,22	0,88	2,29	3,00	3,04	3,34	2,44	**3,75**	**2,63**	—
Kaliglimmer	0,13	0,51	0,77	0,49	4,28	3,17	—	2,92	1,11	1,64	1,47	—
Magnesiaglimmer	0,13	0,56	1,00	0,20	**7,77**	**5,12**	3,24	**5,80**	—	2,04	1,49	—
Olivin	0,29	0,52	0,64	0,57	1,58	1,55	—	1,86	—	1,79	1,08	—
Augit	0,26	0,56	0,84	—	—	4,04	—	—	—	1,63	1,28	—
Hornblende	0,24	0,51	0,88	0,42	2,27	3,04	—	2,51	2,19	2,65	1,40	—
Turmalin	0,16	0,47	0,52	0,44	2,44	3,07	—	2,22	—	0,97	0,87	—
Apatit[1]	nicht wägbar	—	nicht wägbar	3,51 3,88 2,49	6,86	13,15	—	—	—	7,73	1,76	6,17 5,89

[1]) Die Zahlen in den Rubriken beziehen sich nur auf die prozentische Löslichkeit der Phosphorsäure.

5. Diskussion der Ergebnisse.

Wenn wir den Grad der Löslichkeit der verschiedenen Mineralien in obigen Versuchen vergleichen, so konstatieren wir vor allen Dingen die stärkste Löslichkeit der Minerale in den Kulturen des Bacillus extorquens. Wohl ist in einem Fall (bei Leucit) die prozentische Menge des in Lösung gegangenen Pulvers in der Kultur der Buttersäurebakterien etwas größer als in den Kulturen des B. extorquens, doch ist dabei zu berücksichtigen, daß die Buttersäurebakterienkulturen fast viermal mehr Flüssigkeit enthielten als die Kulturen des B. extorquens.

Die durchweg stärkere Einwirkung des B. extorquens auf die Mineralpulver kann nur durch den überaus innigen Kontakt dieser Bakterie mit dem Mineralpulver erklärt werden. Die schleimigen Membranen dieser Bakterie sind ohne Zweifel mit Kohlensäure und kohlensaurem Ammon gesättigt, und durch die feste Umhüllung der einzelnen Mineralpartikel werden, in Verbindung mit der sehr starken Atmungsintensität dieser Bakterie (vergl. I. Abhandlung S. 27) derartig große Mengen Mineral in Lösung gebracht.

Mit geringen Ausnahmen — und zwar bei Oligoklas, Leucit und Olivin — ist in der Serie VI, trotz günstigerer Bedingungen, was die Entfernung der in Lösung gegangenen Mineralbestandteile anbetrifft, in dieser Serie doch weniger gelöst als in den Erlenmeyerkolbenkulturen. Doch auch dies spricht gerade für die prinzipielle Bedeutung der starken Umhüllung der Mineralpartikel durch die Bakterien, denn gerade in dieser Serie war die Ausbreitungsfläche des Mineralpulvers fünf- bis zehnmal kleiner und außerdem, was ebenfalls keine starke Umhüllung der Minerale zuließ, war in dieser Serie die Mineralmenge durchweg größer als in den Erlenmeyerkolben.

Daß aber die Menge des Minerals, bei sonst gleichen Bedingungen, was Art und Quantität der Nährlösung, Dauer und dergl. betrifft, von Bedeutung ist, das lehren fast alle Versuche. Wir finden fast stets (Serie V), daß, je geringer die Menge des angewandten Minerals, desto größer die prozentische Menge des Gelösten. Sehr deutlich zeigt uns das z. B. die Serie V der Kulturen auf Nephelin:

Bei 0,92 g Nephelin gingen 3,11 % in Lösung,
„ 0,75 g „ „ 4,72 „ „ „
„ 0,37 g „ „ 6,52 „ „ „

wobei die Dauer der Versuchszeit, die 227, 161 und 52 Tage betrug, für die größeren Mineralmengen obendrein noch proportional länger war als für die kleineren.

Da aber noch in dieser Serie das Gewicht der zugesetzten Oxalsäure gleich der Mineralmenge in jedem Versuch war, sonach in allen drei Versuchen die dem Mineralgewicht proportional gleiche Kohlendioxydmenge hätte entstehen müssen, so ist die größere Löslichkeit nur dem innigeren Kontakt zwischen Bakterien und Mineralpulver zuzuschreiben.

Dieselbe Auffassung drängt sich uns auch auf beim Vergleich der in Lösung gegangenen Mineralmengen in den Hefekulturen (Serie IX) mit den B. extorquens-Kulturen (Serie Va—c). Wir haben im zweiten Abschnitt berechnet, daß aus der Dextrose der Nährlösung in den Hefekulturen ca. 2 g Kohlendioxyd entstanden sein mögen, eine Menge also, die höchstens bis zur Hälfte von den Kulturen des B. extorquens gebildet worden ist, und trotzdem ist in den B. extorquens-Kulturen durchweg zwei- bis dreimal mehr vom Material gelöst als in den Hefekulturen, und das noch trotz der mindestens dreifachen Menge der Nährlösung in den Hefekulturen.

Daß ferner die relativ große Löslichkeit der Mineralpulver in den Serien Va—c nicht auf Kosten von Umsetzungsvorgängen zwischen Nährlösung und Mineralpulver zu setzen ist — wenn auch solche, wie die Kontrollserie III zeigt, stattfinden —, beweist die Kontrollserie IV. In dieser Serie ist die Löslichkeit sogar geringer gewesen trotz des großen Ammonkarbonatzusatzes und der darauffolgenden Ansäuerung mit Oxalsäure als in der Kontrollserie III.

Wenn also auch die Löslichkeit der Mineralpulver nur durch chemische Agentien, — wie Kohlensäure, Fettsäuren, Ammonkarbonat — verursacht worden ist, so ist doch die Lösungsintensität im hohen Grade von den Eigentümlichkeiten des Bakterienwachstums — innige Umhüllung der Mineralpartikel — abhängig gewesen.

Doch nicht nur in den Serien V und VI ist der Erfolg der Mineralumhüllung durch Bakterien zum Ausdruck gekommen, denn ähnliches sehen wir auch in den Serien VII und VIII. Die Nitritbildner durchsetzten, wie die mikroskopische Beobachtung erwies, ebenfalls stark das Mineralpulver und verkitteten die Mineralpartikel ähnlich wie B. extorquens. Daher konnten die relativ geringen Mengen salpetriger Säure relativ große Mineralmengen in Lösung bringen. Ähnliches läßt sich noch von den Buttersäurebakterien sagen, wenn auch in deren Kulturen die Verkittung des Mineralpulvers schon bedeutend geringer war.

Die Zeit spielt, wie Serie V zeigt, keine große Rolle. Im allgemeinen war auch die Versuchszeit in dieser Serie zu lang. Die Bakterien, geschwächt durch die fortwährend eintretende Alkalinität des

Nährmediums, verarbeiteten mit fortschreitendem Alter der Kulturen immer geringere Oxalatmengen.

Was dann noch die Serie VII anbetrifft, so fällt der große Unterschied in der Lösung schwerlöslicher Minerale gegenüber den leichtlöslichen auf, ein Unterschied, wie er besonders bei den Kulturen des Bacillus extorquens nicht so scharf zum Ausdruck gelangt. Der Grund hierfür ist im Mangel an genügend großen Mengen zur Neutralisation der entstehenden salpetrigen Säure geeigneten Basen zu suchen. Tatsächlich kam der Nitrifikationsprozeß in der Orthoklaskultur bald zum Stillstand, während er, besonders auf Leucit und Nephelin, wie der Verbrauch an den sukzessive zugesetzten Mengen von kohlensaurem Ammon bewies, weiter, wenn auch langsam, vorwärtsschritt. Im Boden wird daher der Anteil der Nitrifikationsbakterien an der Lösung von schwerzersetzbarem Mineral, besonders der Feldspate, wohl kein großer sein. Doch kann natürlich die Frage, mit Rücksicht auf die wenigen Versuche, durchaus nicht als entschieden hingestellt werden.

In den Kulturen der Buttersäurebakterien, die, wie aus der Betrachtung im zweiten Abschnitt ersichtlich, in jeder Kultur ungefähr 1,5 g Fettsäuren gebildet haben mögen, ist der in Lösung gegangene Teil der Mineralpulver verhältnismäßig nicht groß. Die Verlängerung der Versuchsdauer hätte wenig genützt, da die Hauptmenge des Zuckers schon verbraucht, die allermeisten Bakterien schon Sporen gebildet haben, und die wenigen noch lebenden wegen des starken Säuregehaltes — sie waren stark gekörnt — geschädigt waren. Wie der starke Säuregrad bewies, war nur ein verhältnismäßig geringer Teil der Säure an Basen gebunden. Der Hauptgrund für die relativ geringe Lösung der Mineralpulver wird sicherlich in der geringen Menge der sich entwickelnden Bakterien gelegen haben, deren Trockensubstanz, in vier Kulturen genau wie bei Bacillus extorquens bestimmt, sehr gering war; ich erhielt Werte von 9—19 mg. Der Grund hierfür lag wahrscheinlich in dem Mangel an gebundenem Stickstoff, der den Lösungen dieser Serie nicht zugesetzt worden war, und in dem durch ziemlich dichte Wattestopfen erschwerten Zutritt von atmosphärischem Stickstoff. Die Bakterien veratmeten daher viel von der vorhandenen Dextrose, bildeten jedoch wenig Leibessubstanz, wodurch der Kontakt mit dem Mineralpulver nur ein relativ geringer und die Lösung des Minerals ebenfalls schwächer war als sie bei Anwesenheit größerer Bakterienmassen gewesen sein würde.

Was die einzelnen Mineralarten anbetrifft, so bemerken wir die stärkste Lösung durch Bacillus extorquens am Magnesiaglimmer, dann am Nephelin, Leucit und Kaliglimmer.

Nephelin und Leucit sind ja an und für sich die leichtlöslichsten der angewandten Mineralien, und ihre prozentuale Lösung ist in allen Kulturen durchweg größer als die der anderen Minerale. Auffallend allerdings sind die Resultate mit Magnesiaglimmer, der sich in den Kulturen des B. extorquens als der leichtlöslichste erwies, wie auch die relativ große Löslichkeit des Kaliglimmers. Doch gerade an diesen beiden Mineralien, — abgesehen davon, daß auch Šicha (S. 33—34) die Löslichkeit des Glimmers größer fand als die des Feldspates — kommt die Bedeutung der innigen Umhüllung der Mineralpartikel durch die Bakterien besonders deutlich zum Ausdruck. Die Glimmer nämlich bilden bei ihrer Pulverisierung, nicht wie andere Mineralien, körnige Partikel, sondern äußerst dünne Lamellen, wodurch die Fläche des Glimmerpulvers sehr vergrößert wird.

Die Bakterien vermochten daher auch dieses Pulver weit intensiver zu durchsetzen und zu umhüllen, wodurch die prozentische Löslichkeit ganz bedeutend gefördert worden ist.

Bei größerem Durchmesser der einzelnen Mineralpartikel wird naturgemäß die Umhüllung, auch bei gleichbleibender Bakterienmenge, entsprechend der kleineren Mineraloberfläche geringer und daher auch der Lösungseffekt herabgesetzt. Dies war von vornherein zu erwarten und ist auch durch einige Versuche mit Leucit bestätigt worden, wie untenstehende Tabelle (XV) zeigt.

Kulturen des B. extorquens auf Leucitpulver in Nährlösung wie Serie V.

Tabelle XV.

Versuchsdauer Tage	Korndurchmesser des Leucitpulvers	Vom Leucitpulver			
		Gegeben g	Wiedergewogen g	Verlust in g	Verlust in %
79—225	bis 0,1 mm	Vergl. Tabelle VI, Serie Va—c			2,29—3,04
89	von 0,1 —0,19 cm	0,9551	0,9373	0,0178	1,87
96	„ 0,1 —0,19 „	1,0533	1,0369	0,0164	1,56
91	„ 0,19—0,42 „	0,9241	0,9118	0,0123	1,33
85	„ 0,19—0,42 „	0,8722	0,8591	0,0131	1,50

Allerdings ist in den obigen Versuchen die Abnahme der Löslichkeit nicht proportional der Zunahme der Korngröße, sie ist aber trotzdem unverkennbar.

Was die Löslichkeit des Apatites anbetrifft, so ist der Lösungsvorgang nur in den Kulturen der Buttersäurebakterien ohne weiteres

begreiflich. Mit dem Gehalt an Phosphorsäureanhydrid des Filtrates von 0,034 g steht die Gewichtsabnahme von 70 mg des gesamten Apatitpulvers annähernd im Einklang. Durch die von diesen Bakterien gebildete Fettsäure wird eine Hydrolyse und teilweise Umsetzung des unlöslichen Trikalziumphosphates in wasserlösliches Monophosphat und fettsauren Kalk bewirkt worden sein. Anders jedoch steht es mit den Ergebnissen der Serie V. Der prozentische Betrag an in Lösung gegangener Phosphorsäure ist in den beiden Parallelserien von V sehr ungleich; außerdem ist aber in den Filtraten bedeutend mehr Phosphorsäureanhydrid gefunden als die Gewichtsabnahme des ganzen Apatitpulvers überhaupt beträgt. Hier wird es sich wohl um viel mehr rein chemische, von den Bakterien weniger beeinflußte Umsetzungen handeln als es in der Clostridiumkultur der Fall war. Ein geringer Teil des unlöslichen Kalziumphosphats wird sich wohl mit dem bei der Atmung des B. extorquens sich bildenden Ammonkarbonat umgesetzt haben, was lösliches Ammonphosphat und unlösliches Kalziumkarbonat zur Folge hätte, der größere Teil aber wird wohl mit der zugesetzten Oxalsäure resp. oxalsaurem Ammoniak Umsetzungen erfahren haben. Es ist mir aufgefallen, daß besonders in den ersten Wochen nach Beimpfung der Kulturen die Nährlösung stets nur schwach alkalisch wurde, während in allen anderen Kulturen (auf anderen Mineralien) die Nährlösungen äußerst schnell wegen Verbrauchs der Oxalsäure recht stark alkalisch wurden. Hier also beim Apatit, setzte sich die zugesetzte Oxalsäure mit dem Kalkphosphat um, bildete Kalkoxalat und wurde erst dann langsam vom B. extorquens verarbeitet (Bacillus extorquens verarbeitet nämlich auch die an Kalzium gebundene Oxalsäure).

In meiner Ansicht, daß in den Apatitkulturen der Serie V das ausgeatmete Kohlendioxyd oder das entstehende Ammonkarbonat eine untergeordnete Rolle gespielt, daß also die direkten Lebensvorgänge der Bakterien hier von keiner großen Bedeutung waren, bestärkt mich das Resultat der Hefekultur, in welcher durch das ausgeatmete Kohlendioxyd nur eine geringe Lösung des Apatits verursacht wurde, ferner die Kontrollen der IV. Serie und besonders die Resultate der Kontrollserie X.

Beim Apatit kommt sonach die Wirkung der Mineralumhüllung durch die Bakterien fast gar nicht zum Ausdruck, die Löslichkeit desselben steht vielmehr in direkter Abhängigkeit von der Natur der durch die Lebensvorgänge der Bakterien produzierten Stoffe, wie Serie VIII mit einer Löslichkeit von 7,73 %, wo Fettsäuren gewirkt haben, und Serie IX mit 1,76 %, wo nur Kohlensäure gewirkt hat, beweisen.

Die Resultate der V. Serie sind dagegen vorwiegend durch rein chemische Umsetzungsprozesse, für welche in diesem Falle die Bakterientätigkeit nur von untergeordneter Bedeutung war, bewirkt worden.

Wenn ich sonach aus den wenigen den Apatit betreffenden Versuchen allgemeinere Folgerungen ziehen dürfte, so müßte ich mich der Auffassung von A. Koch und Kröber, ferner auch, unter anderen, der von Sackett, Patten und Brown, dann Stålström, anschließen, die nur den organische Säuren produzierenden Bakterien eine bedeutendere Einwirkung auf die unlöslichen Phosphate zuschreiben.

Was noch im allgemeinen die Gewichtsabnahme der Mineralpulver beim Schluß der Versuche anbetrifft, so müßte, streng genommen, von der Gewichtsmenge der Minerale noch der Aschengehalt der Bakterien abgezogen werden, wodurch der prozentische Gewichtsverlust der Versuchsmineralien noch größer sein würde. Stoklasa (I, S. 495) fand in der Trockensubstanz einiger Bakterien 6,5—8,5 % Reinasche. Wenn wir diese Werte auf die in acht Bestimmungen der Trockensubstanz der Kulturen des Bacillus extorquens, Serie V, gefundenen Werte, im Mittel 90 mg, übertragen, ergäbe das, im Mittel 7 % Reinasche annehmend, immerhin noch ca. 6—7 mg Asche, die vom Restgewicht der Mineralpulver abzuziehen wären. Da ich aber nur in einem kleinen Teil der Kulturen die Trockensubstanz bestimmt habe, so konnte ich die soeben berechneten Werte in den Tabellen nicht zur Berechnung bringen. Anderseits ging es nicht an, die zwecks Verbrennung der Bakteriensubstanz erhitzten Mineralpulver mit Wasser auszulaugen, um ihnen auf diese Weise die aus der Bakterienmasse stammenden Aschenbestandteile zu entziehen, denn dabei hätten auch noch Anteile des Mineralpulvers in Lösung gehen können.

Ich möchte nachstehend noch in einer Tabelle (XVI) die Resultate über die prozentische Löslichkeit einiger Minerale zusammenstellen, wie sie bei Behandlung von pulverisierten Mineralien mit unter Druck mit Kohlendioxyd gesättigtem Wasser von J. R. Müller (angewendeter Druck von $3^1/_4$ Atmosphären) und F. Šicha (angewendeter Druck von 10 bis 50 Atmosphären) erhalten wurden, und sie den Resultaten gegenüberstellen, die ich in den besprochenen Versuchen durch Mikroorganismenwirkung erzielt habe. Die Zahlen sind Mittelzahlen, sofern sie aus mehreren Versuchen stammen.

Aus der Zusammenstellung (Tab. XVI) wird man entnehmen, daß von den Mineralien, mit Ausnahme von Olivin, in den Bakterienkulturen bedeutend mehr gelöst worden ist als in den Versuchen von Müller und Sicha, und besonders war dies bei den alkalihaltigen schwer zersetzbaren

Feldspaten und Glimmern der Fall. Auch beim Vergleich meiner Versuchsresultate in den Rubriken I und II mit den Resultaten von Müller und Šicha kommt die große Bedeutung der Kontaktwirkung zum klaren Ausdruck. Kohlensäure war in allen diesen Fällen das lösende Agens. Nun hat aber die Hefe entweder nur sehr wenig mehr oder sogar noch weniger gelöst als das Kohlendioxyd in den Versuchen Müllers und Šichas, obgleich die Lösungsbedingungen in den Hefekulturen in gewisser Hinsicht günstiger waren, durch Störung des chemischen Gleichgewichtes zwischen Gelöstem und Ungelöstem infolge von Aufnahme von Mineralbestandteilen als Nährstoffen durch die Hefezellen, als in den Versuchen von Müller und Šicha. Dagegen ist der Lösungseffekt in den Kulturen des Bacillus extorquens, trotz der Anwesenheit resp. Produktion von viel geringeren Mengen von Kohlendioxyd, gegenüber den Versuchen der beiden genannten Untersucher viel stärker — hauptsächlich also auf den starken Kontakt der Bakterien mit dem Mineralpulver zurückzuführen.

Tabelle XVI.

Mineralart	Die gefundene prozentische Löslichkeit betrug bei				
			Bassalik		
	Müller (S. 39)	Šicha (S. 17—34)	I Mittel aus den Kulturen des B. extorquens	II In den Hefekulturen	III Mittel aus allen Kulturen
Feldspat { Adular	0,33	—	—	—	—
Feldspat { Orthoklas	—	0,58	2,05	0,58	0,93
Feldspat { Mikroklin	—	—	2,47	—	1,96
Oligoklas	0,53	—	2,20	1,21	2,07
Kaliglimmer	?	0,88	3,46	1,47	2,43
Hornblende	1,54	1,07	2,90	1,40	2,34
Olivin	2,11	—	1,66	1,08	1,57

Ich hoffe also klar gezeigt zu haben, welch eine große Bedeutung dem innigen Kontakt bei den Lösungsvorgängen der Silikate, wo Kohlensäure als das lösende Agens auftritt, zukommt, und werde durch die besprochenen Tatsachen zu der Schlußfolgerung gedrängt, daß, je inniger der Kontakt, desto höher der Lösungseffekt ist.

Durch die Arbeiten von Fr. Czapek, J. Stoklasa und A. Ernest sowie J. H. Aberson ist wohl endgültig erwiesen worden, daß von den Wurzeln höherer Pflanzen normalerweise allein Kohlendioxyd ausgeschieden wird. Nun betrachten J. Stoklasa und A. Ernest die

verschieden starke Atmungsintensität der Wurzelsysteme als Ursache des verschiedenen Aufschließungsvermögens der Gramineen. Th. Pfeiffer und E. Blanck aber glauben auf Grund mehrjähriger Versuche mit Leguminosen die — übrigens schon seit Th. Dietrich so oft konstatierte — stärkere Aufschließungsfähigkeit dieser Pflanzen allein durch Produktion von stärkeren (organischen) Säuren erklären zu können, da das Aufschließungsvermögen durch die bisher diskutierten Gründe hierfür — wie stärkere Atmungsintensität, Wasserverbrauch, Größe der Wurzelmasse — nicht verständlich gemacht werden kann.

Demgegenüber sei es mir an dieser Stelle gestattet, mit Rücksicht auf die oben besprochenen Ergebnisse der Bakterienkulturen zu bemerken, daß möglicherweise der Grund des stärkeren Aufschließungsvermögens der Leguminosen in der stärkeren Ausbildung von Wurzelhaaren pro Wurzelflächeneinheit und in der evtl. stärkeren Verquellbarkeit der Wurzel- und Wurzelhaarmembranen zu finden wäre, allgemein gesagt, in der Vergrößerung und Verstärkung des Kontaktes zwischen Wurzel und Bodenpartikeln. In dieser Richtung vorgenommene vergleichende Untersuchungen fehlen uns, abgesehen von den wenigen älteren Angaben, wie z. B. bei Fr. Schwarz, noch völlig, und doch vermöchten sie, wie ich glaube, einiges Licht auf die stets wieder auftauchenden und interessanten Probleme der verschieden starken Aufschließungsfähigkeit der Pflanzen zu werfen.

Was noch die Bedeutung der Bakterien für die Verwitterung der Silikate im Boden anbetrifft, so bin ich in der Ansicht, daß diese eine eminente, und zwar die wichtigste von allen biologischen Verwitterungsfaktoren ist, durch die mitgeteilten Versuche noch mehr bestärkt.

Abgesehen von der Zersetzung organischer Reste im Boden, wobei ohne Zweifel auch die fester gebundenen mineralischen Bestandteile derselben in leichtlösliche Verbindungen übergeführt werden, sprechen auch die aus der Brachhaltung so zahlreich gewonnenen Erfahrungen dafür, daß die Mikroorganismen im Boden stark „aufschließend" wirken. Rümkers Bedenken gegen die Brache stützen sich gerade auf die Tatsache der starken Verwitterung der Mineralbestandteile des Bodens während der Brache. Überdies hat J. Stoklasa (II, 91) auch direkt eine Einwirkung der Bakterien auf die unlöslichen mineralischen Bestandteile des Bodens dadurch nachgewiesen, daß er durch Zusatz von Traubenzucker zu Böden, in denen sich weder wasserlösliches Kali noch Phosphorsäure hatten nachweisen lassen, nach Verlauf von 50 Tagen aus je 1 kg Boden 3—8 mg Kali durch Wasser hat ausziehen können.

Wenn man schließlich die Größenverhältnisse der Bakterien mit denen der Wurzeln oder Wurzelhaaren vergleicht, wird man ohne weiteres einsehen, daß z. B. 1 g Bakterien bei sonst gleichen Bedingungen im Boden eine viel größere Kontaktfläche als dieselbe Menge Wurzel- oder auch Wurzelhaarsubstanz repräsentiert, wodurch naturgemäß der Lösungseffekt verstärkt wird; überdies ist die Atmungsintensität der Bakterien durchweg stärker als die der Wurzeln, was bei den Lösungsvorgängen auch von großer Bedeutung sein muß. Schließlich vermögen die Bakterien dank ihrer Kleinheit auch in die feinsten Spalten in den Mineralpartikeln einzudringen und dort Lösungserscheinungen hervorzurufen und ebenso an die allerkleinsten Erdpartikel sich anzuheften, was beides den um vieles größeren Wurzeln oder Wurzelhaaren ganz unmöglich ist.

Zusammenfassung der Resultate.

1. Bakterien vermögen mittels ihrer Atmungsprodukte bedeutende Lösungen von gepulverten Silikaten zu bewirken.

2. Diejenigen, welche organische Säuren produzieren, wie Clostridium Pasteurianum, beeinflussen dementsprechend auch stärker die Silikatlösung, doch ist

3. bei der Einwirkung von Mikroorganismen auf Gesteine die Intensität des Kontaktes zwischen dem Organismus und dem zu lösenden Mineral von größter Bedeutung und sogar wichtiger als die Natur des ausgeschiedenen Lösungsmittels, da

4. Bacillus extorquens, der nur Kohlendioxyd ausscheidet, die stärksten Lösungseffekte bewirkt hat, durch eben seine feste und innige Umhüllung des Mineralpulvers.

5. Hefe, die in den Kulturen mehr Kohlendioxyd gebildet hat als Bacillus extorquens, bewirkte, wegen des fehlenden festen Kontaktes mit dem Mineralpulver, die geringste Lösung.

6. Auch Nitritbakterien (Nitrosomonas europaea Winogr.) vermögen infolge ihrer physiologischen Befähigung zur Ammoniakoxydation, bedeutende Lösungen an Silikaten zu bewirken, doch, wie es scheint, an den leichter löslichen und erdalkalihaltigen, nicht oder nur schwächer an den schwerlöslichen, kieselsäurereichen, den Feldspaten.

7. Zu bedeutenderen Lösungen von Apatit scheinen nur die organische Säuren produzierenden Bakterien befähigt, dagegen in nur geringem Grade diejenigen, die nur Kohlendioxyd ausscheiden.

8. In den Filtraten der Bakterienkulturen, besonders aber in denen des Bacillus extorquens, konnten meist alle in dem Versuchsmineral vorhandenen chemischen Bestandteile nachgewiesen werden.

9. Am stärksten in Lösung gegangen sind die Alkalien, dann die Erdalkalien und das Eisen, ferner die Kieselsäure und am wenigsten die Tonerde, die auch dementsprechend nur seltener hat nachgewiesen werden können.

10. Von den 12 Versuchssilikaten wurde durch Bacillus extorquens prozentual am stärksten Magnesiaglimmer gelöst, dann Nephelin, Kaliglimmer und Leucit, am schwächsten Olivin.

11. In den Kulturen der anderen Bakterien entsprach die prozentische Löslichkeit der Versuchsmineralien mehr ihrem gewöhnlichen Löslichkeitsgrad, so daß Leucit und Nephelin am leichtesten, Orthoklas am schwersten löslich war.

12. Die große Löslichkeit der Glimmer in den Kulturen des Bacillus extorquens war dadurch bedingt, daß diese Mineralien beim Pulverisieren nicht in körnige Partikel, sondern in feinste Lamellen zerfallen, wodurch sie den zähen Häuten des Bacillus extorquens die größten Flächen zur Umhüllung geboten haben.

Literaturverzeichnis.

Aberson, J. H., Ein Beitrag zur Kenntnis der Natur der Wurzelausscheidungen. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVII, 1910, S. 41.

Bassalik, K., Über Silikatzersetzung durch Bodenbakterien, I, Zeitschr. f. Gärungsphysiologie, Bd. II, 1912, S. 1.

Gilbert, K., Die Bestimmung des Kaliums nach quantitativer Abscheidung desselben als Kaliumnatriumkobaltnitrit. Diss. Tübingen 1898.

Hesse, H., Beiträge zur Morphologie und Biologie der Wurzelhaare. Diss. Jena 1904.

Müller, J. R., Untersuchungen über die Einwirkung des kohlensäuregesättigten Wassers usw. Diss. Leipzig 1877.

Pfeiffer, Th. und Blanck, E., Die Säureausscheidung der Wurzeln und die Löslichkeit der Bodennährstoffe in kohlensäurehaltigem Wasser. Landw. Vers.-Stat., Bd. LXXVII, 1912, S. 217.

Šicha, Fr., Untersuchungen über die Wirkungen der beim hohen Druck mit Kohlensäure usw. Diss. Leipzig, 1891.

Schwarz, Fr., Über die Wurzelhaare. Unters. a. d. bot. Institut Tübingen, Bd. I, 1881—1885, S. 135.

Stoklasa, Jul., Biochemischer Kreislauf des Phosphat-Jons im Boden. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., Bd. XXIX, 1911, S. 385.

—, Beitrag zur Kenntnis der Stickstoffanreicherung des Bodens usw. Ref. Biedermanns Centralbl. f. Agrikulturchemie, Bd. LXXXVIII, 1909, S. 86.

—, und Ernest, A., Beiträge zur Lösung der Frage der chemischen Natur des Wurzelsekretes. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XLVI, 1909, S. 55.

Über Ophiobolus herpotrichus Fries und die Fußkrankheit des Getreides.

Von Dr. Ernst Voges.

Einleitung.

Zu den Ascomycetenpilzen, die ein besonderes Interesse erwecken wegen ihres morphologischen und biologischen Verhaltens, gehört auch Ophiobolus herpotrichus Fr. Welche Rolle er in phytopathologischer Hinsicht spielt, das erhellt schon aus seiner Bezeichnung Weizenhalmtöter, die ihm 1894 Frank[1]) beilegte. Ob mit Recht, das werden wir hernach sehen. Unser Ascomycet ist denn auch zum Gegenstand zahlreicher Untersuchungen seitens in- und ausländischer Forscher geworden, vornehmlich als angeblicher Erreger einer verheerenden Krankheit des Getreides, die in Frankreich Piétin du blé oder Maladie du pied und nach Hiltners[2]) Verdeutschung Fußkrankheit genannt wurde. Die letzte größere Arbeit liegt von Fr. Krüger[3]) vor, worin auch die bezügliche Literatur aufgeführt ist. In dieser 1908 erschienenen Arbeit äußert der Autor, daß sie nichts Abgeschlossenes, sondern nur eine Übersicht über die bisherigen Versuche und Untersuchungen sowie die Schlüsse und Vermutungen bringe, die sich auf Grund der bisher erhaltenen Resultate folgern lassen, und das um so mehr, als es an tatsächlichen Versuchen über den Gegenstand in Deutschland bisher fehle.

Aber so viel auch über unseren Pilz als Erreger der Fußkrankheit berichtet ist, so wenig ist verhältnismäßig über diesen selbst bekannt. Wir folgen hier besonders den Angaben Krügers. Von der Keimung der Ophiobolus-Ascosporen sagt dieser Autor, daß sie in dem Kondenswasser, nachdem sie etwas angeschwollen, lange, dünne, farblose, ver-

[1]) Frank, Deutsche Landwirtschaftl. Presse, 1894, Nr. 51 u. Nr. 67.

[2]) Hiltner, Sächs. Landwirtschaftl. Zeitung, Jahrg. 1894, Nr. 33.

[3]) Krüger, Untersuchungen über die Fußkrankheit des Getreides: Arbeiten aus der Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschaft, Bd. VI, Heft 3, Berlin, 1908.

zweigte und septierte Pilzfäden treiben, womit die Entwicklung meistens aufhöre. Noch ungünstigere Resultate erhielt Krüger, wenn er schon vor Beginn des Keimungsaktes die Sporen in Nährlösung brachte; die Keimung unterblieb dann in der Regel überhaupt. Und obwohl zahlreiche Züchtungsversuche in den verschiedensten Nährmedien angestellt wurden, so bildeten sich doch nur einmal an den Enden des Keimschlauches, der nicht einmal die Länge der Spore erreicht hatte, nach einigen Tagen kleine sichelförmig geformte, farblose Fortsätze, die Krüger für Appressorien anspricht. Auch Mangin[1]) hat nach dem Zitat Krügers bei seinen Züchtungsversuchen nur dürftige Keimlinge mit solch' sichelförmigen Gebilden erhalten, die Mangin für Sporidien hält und die jedoch in Nährsubstraten nicht wahrnehmbar keimten. Aber auf Wurzeln lebender Weizenpflanzen glaubt er einen Keimschlauch auf der Oberfläche der Wurzelhaare entlang kriechend gesehen zu haben, der später die Membran durchbohrte und in das Innere eindrang.

Als Nebenfruchtform von Ophiobolus herpotrichus wird von Saccardo[2]) Hendersonia herpotricha Sacc. aufgeführt. Auch für L. Hiltner[3]) steht dieser Zusammenhang außer Zweifel, während Krüger erklärt, daß alle seine Versuche, eine genetische Zusammengehörigkeit zwischen Ophiobolus herpotrichus und Hendersonia herpotricha nachzuweisen, mißlangen. Es hatte „die mit Sporen aus Hendersonia-Pykniden ausgeführte Infektion von Getreidepflanzen nur ein Wiederauftreten des genannten Pilzes, nicht aber ein solches des Ophiobolus herpotrichus an den Stoppeln zur Folge“. Er meint indes, es erscheine nicht unmöglich, daß eine Fusariumart als Konidienform zu einer Ophiobolus- oder Leptosphaeriaart gehöre. — Wie weit die hier vorgetragenen Ansichten der Autoren nun zutreffend sind, das sollen die nachfolgenden Untersuchungen zu zeigen versuchen.

Unser Pilz findet sich an dem unteren Intermedium sowie den Blättern und Blattscheiden am Halmgrunde vorzeitig abgestorbener Weizenpflanzen mit weißfarbigem Halm und vielfach tauben Ähren. Vornehmlich aber erscheint er an den ährenlosen, abgestorbenen Bestockungstrieben der Weizenpflanzen. Es heißt von ihm, daß seine Perithecien im Herbst und Winter vorkommen; ich fand sie bereits im Juli. Er ist ferner von Krüger auch an Roggenpflanzen nachgewiesen.

---

[1]) Mangin, Sur le Piétin ou Maladie du Pied du Blé; Bull. de la Soc. Mycol. de France, 1899.

[2]) Saccardo, Sylloge Fungorum omnium hujusque cognitorum. Vol. II.

[3]) Hiltner, Eine Voraussage! Praktische Blätter f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz, Jahrg. 1912, S. 39.

Morphologisches.

Die großen braunschwarzen, lederigen, ei- bis kugel- oder flaschenförmigen Perithecien des Pilzes erkennt schon das bloße Auge in dem Oberhautgewebe der grundständigen Blätter sowie der Bestockungstriebe und des unteren Halmgliedes der Weizenpflanze. Sie sitzen herdenweise dicht nebeneinander in verschiedenen Entwicklungsstadien. Und zwar sitzen sie in einem Stroma, das aus braunen, derbwandigen und locker verflochtenen Hyphen besteht. Aus den gleichen knorrig ästigen, kastanienbraunen Hyphen setzt sich die Behaarung der Perithecien zusammen, die wie ein Dornenzweigwerk die Fruchtkapsel umgibt. Die braunen Hyphen kriechen frei über die Blattscheiden- bezw. Halmoberfläche hin. Sie bilden hier ferner knäuelartige, plektenchymatische Pilzgewebskörper. Und dieser Myzelbelag erscheint in der ganzen Ausdehnung des unteren Weizenhalminternodiums wie ein schwarzbrauner Überzug, der für die fußkranke Weizenpflanze charakteristisch sein soll.



Fig. 1.
Plektenchymatischer Pilzmyzelbelag vom fußkranken Weizenhalme mit Ophiobolus-Perithecium und Fusariumkonidien, entstanden an ausgetriebenen Hyphen in der feuchten Kammer. Vergr. 300.

Dies Myzel besteht somit einmal aus großkalibrigen, gelbbraunen, derbwandigen Hyphen, die entweder in lockerem Gewirr über die Epidermis verlaufen, oder in mehr oder minder breiten Strängen, welche durch ein dichtes Aneinanderlagern der Hyphen zustande kommen. Sodann, wie erwähnt, aus plektenchymatischen Gewebeplatten, welche dadurch entstehen, daß vornehmlich die kleinkalibrigen Hyphen miteinander Anastomosen eingehen, die sich vielfach verästeln und eckig oder mosaikartig aneinanderlegen, so daß es eben zu einem plektenchymatischen Gewebe (Fig. 1) kommt. Das derbwandige, braune Myzel, das frei über die Epidermis hinwegkriecht, geht in ein blasses, dünnwandiges im Gewebekörper des Nährwirts über, der inter- und intrazellulär durchwuchert wird.

Das Perithecium von Ophiobolus herpotrichus ist oft halsartig ausgezogen. Der kurze, leicht gekrümmte, aus dem Substrat schräg hervorbrechende Hals mündet mit einem länglichen Porus. Die Fruchtkapsel steht nicht aufrecht, sondern lagert dem Substrate an gleich einem auf die Seite gelegten flaschenförmigen Körper. Wie Querschnitte lehren, so ist die Perithecienwand überaus derb und dick. Sie besteht aus einem prosoplektenchymatischen Pilzfadengewebe, das sich aus 8—10 Schichten zusammensetzt. Die äußeren sind tief dunkelbraun; nach einwärts zu werden sie hellfarbiger, um dann in eine blasse Zellwandschicht überzugehen, von der büschelförmig die Asci und Paraphysen entspringen.

Die Paraphysen haben eine mächtige Entwicklung erlangt. Sie füllen mit den Sporenschläuchen den Binnenraum der großen Fruchtkapsel aus. Sie entspringen in ihrer üppigen Ausbildung auf der Innenwand des Peritheciums gleichwie das strauchartige Hyphengeflecht auf der Außenwand der Fruchtkapsel. Sind sie doch auch nichts weiter als sterile Hyphen, welche diesen ihren Charakter noch in ihrer Gestalt und in ihrem Bau erkennen lassen. Die Paraphysen sind um ein mehrfaches länger als die Asci, baumförmig verzweigt, von der Ursprungsstätte nach dem Scheitel zu sich verjüngend. Die freien Enden laufen zugespitzt zu. Die basalen Hyphenglieder der Paraphysenbüschel sind sanduhrglasförmig oder tonnenförmig, die terminalen langgestreckt. Sie stellen überaus zarte, blasse Gebilde dar, die nur schwer wahrnehmbar sind und alsbald zerfließen, so daß sich vielfach bloß noch die Asci in den Fruchtkapseln vorfinden.

Die Sporenschläuche sind kahn- bis keulenförmig, das Fußende leicht gekrümmt und kurz gestielt, das freie, terminale Ende gerade abgestutzt.

Die acht gelblichen Ascosporen, die fast ebenso lang sind als der Ascus, liegen in den Schläuchen nebeneinander gleichwie ein Bündel Zigarren, um ein Bild zu gebrauchen. Die einzelne fadenförmige Spore ist an beiden Enden abgerundet, leicht gekrümmt, nach unten etwas zugespitzt, vielzellig und mit zahlreichen Tröpfchen in den Zellen. Wie bei den Paraphysen, so stellt sich auch bei den Ascosporen alsbald Plasmolyse ein.

Biologisches.

Entleerung der Ascosporen.

Sowie die Sporen reif sind, werden sie unter der Einwirkung von Feuchtigkeit aus der Fruchtkapsel entleert. Und zwar vollzieht sich die Ejakulation in der Weise, daß plötzlich ein Ascus nach dem anderen

aus der Perithecienmündung hervorstößt, wobei die zarten Paraphysen mitgerissen werden. Anfänglich erfolgt ein Sporen-„Bombardement“, indem die Ascosporen wie Geschosse aus der Perithecienöffnung hervorprotzen, unmittelbar gefolgt von den entleerten Asci. Weiterhin sieht man, wie die sporengefüllten Schläuche sich nacheinander aus der Mündung der Fruchtkapsel schieben und wie im selben Augenblicke die Ascosporen schnell hintereinander aus einem terminalen Porus des Ascus gleich Revolverschüssen aus dem Schlauche fliegen. Darnach platzt der Schlauch mit einer Längsnat und zerfließt. Im letzten Stadium der Ejakulation gleiten die Schläuche aus der Perithecienmündung hervor, um vor der Mündung nach kürzerer oder längerer Zeit zu zerfließen, wodurch die Sporen frei werden, während ein Teil der Asci, welcher den Reifezustand nicht erreicht hat, sich überhaupt nicht auflöst und mit seinem Soreninhalte vor der Fruchtkapselöffnung lagert oder im Innern des Peritheciums verbleibt. Die hier geschilderte Art der bekanntlich verschiedenartig sich vollziehenden Sporenentleerung bei den Schlauchpilzen gehört jenem Typus an, wonach mittels eines ad hoc gebildeten terminalen Porus am freien Ascusende die Sporen in das Freie gelangen. Daß die Ausstoßung der Schläuche aus der Fruchtkapsel und die Entleerung der Sporen aus den Schläuchen ungleichmäßig vor sich geht, das hängt mit ihrer verschiedenen Quellungsfähigkeit, dem ungleich starken Turgor zusammen, wodurch plötzlich wechselnde Spannungen bedingt sind, welche das Hinausschleudern bewirken.

Verhalten des Ophiobolus-Myzels auf dem natürlichen und auf dem künstlichen Substrate.

Das vorhin beschriebene angebliche Ophiobolus-Myzel, das sich auf dem unteren Weizenhalminternodium und auf den Blattscheiden der Blätter am Halmgrunde als ein lockerer, braunschwarzer Filzüberzug befindet, trifft man bereits im Frühjahr an Weizenpflanzen, die eben in die Ähren geschossen und abgestorben waren. Und ebenso erscheint es an den Stoppeln über den Herbst und Winter hinaus, so daß man von dem Myzel als von einem perennierenden Myzel in gewissem Sinne sprechen kann[1]). Es fragt sich nun, wie gelangt der Pilz auf seinen Nähr-

[1]) Die auf die Überwinterung und Arterhaltung bezügliche Angabe in meiner Arbeit „Über Marssonia- und Hendersonia-Formen“ in dieser Zeitschrift Bd. II, S. 47, daß bei Mycosphaerella sentina Fuck. (Kleb.) nicht die Konidienform dieses Pilzes, die Septoria nigerrima Fuck., sondern die Ascusform die Erhaltung der Art übernehme, da die Pyknosporen der Septoria nigerrima nicht keimfähig überwinterten, diese nach Ewert auch von Aderhold geäußerte Ansicht ist dahin zu berichtigen, daß die Pyknosporen der Septoria nigerrina tatsächlich keimfähig überwintern und selbst noch vereinzelt im

wirt und unter welcher Gestalt bringt er im Wechsel der Jahreszeiten zu? Wie ist, kurz, die Lebensweise des Pilzes? Einige Aufklärung hierüber gibt uns das Verhalten seines Myzels auf dem natürlichen und bedingterweise auch auf dem künstlichen Substrate, in der feuchten Kammer und in den Kulturen auf hergerichteten Nährböden.

In der feuchten Kammer, so bemerkt L. Hiltner[1]), „entwickelten sich auf solchen äußerlich geschwärzt erscheinenden Halmgliedern innerhalb des Halms zunächst Pykniden, die als Hendersonia herpotricha Sacc. bestimmt werden konnten. Einige Wochen später traten dann mit ihnen vergesellschaftet Perithecien auf, die als zu einer Ophiobolusart gehörig sich erwiesen". F. Krüger[2]) züchtete dahingegen im Hängetropfen aus dem mausgrauen Pilzmyzel in der Markhöhle des mit dem typischen grüngrauen Pilzbelag versehenen Weizenhalmgliedes eine Fusariumform. Und Frank benutzte nach der Angabe Krügers ein Pilzmyzel, das entweder aus dem Hohlraum fußkranker Halme entnommen war, oder von der Außenseite der letzteren bezw. von der Innenseite der sie umgebenden Blattscheide. Frank arbeitete also, wie Krüger hervorhebt, mit den typischen, Knäule bildenden graugrünen Pilzfäden. In den Kulturen wuchsen sie zunächst als farblose Fäden weiter, die sich später wieder dunkler färbten und knorrig-ästig, torulös wurden. Franks Beobachtungen über die Konidien decken sich, wie Krüger angibt, mit seinen eigenen.

Im Gegensatz zu Hiltner und in Übereinstimmung mit Frank und Krüger habe auch ich aus dem charakteristischen kastanienbraunen Pilzbelag des unteren Internodiums des fußkranken Weizenhalmes eine Fusariumform gezüchtet (Fig. 1). In der feuchten Kammer treiben die braungelben Hyphen des Dauermyzels frische, blasse Pilzfäden, welche die Fortsetzung der alten bilden. Sie zeigen weiterhin Anastomosenbildungen, Hyphenaussackungen, kolbige und glockenförmige Verbreiterungen sowie eine dichte Aneinanderlagerung der Hyphen (Fig. 3). Hierin sind die ersten plektenchymatischen Stromaanlagen zu erblicken,

---

Juni keimen, wie das Ewert (Zeitschrift f. Pflzk. Bd. XX, 1910, S. 134) nachgewiesen hat. Allerdings kommt es vor, wie ich mich überzeugt habe, daß man im April Pykniden antrifft, deren Sporen nicht keimen, wie denn überhaupt das Fruktifikationsverhalten dieses Ascomyceten in den einzelnen Jahren ungleichartig sein kann. So suchte ich in den Monaten Mai und Juni, wenn sonst die reifen Perithecien in jedem befallenen Birnblatt herdenweise anzutreffen sind, im Jahre 1912 vergeblich darnach. Ich fand nur einigemal unentwickelte. Ebenso bemerkt Ewert, daß er niemals neben den überwinternden Konidien Ascosporen der Mycosphaerella sentina feststellen konnte.

[1]) Hiltner, a. a. O. S. 38.

[2]) Krüger, a. a. O. S. 333.

durch welche knäulartige Pilzgewebskörper sich der angebliche Ophiobolus-Myzelbelag des Weizenhalminternodiums eben auszeichnet. Das junge Myzel nimmt, wie Frank schon angibt, später eine dunkle Färbung an; oft werden die Hyphenglieder auch torulös. Der Übergang in den Dauermyzelzustand beginnt mit der Membranverdickung der kolbenförmigen Hyphenaustreibungen. Ferner erscheinen an den Hyphenästen sonderbare Bildungen, die man als unentwickelte, gleichsam verkrüppelte Konidienanlagen deuten kann, aus denen wieder Hyphen treiben.

Hie und da erscheinen nun an dem in der feuchten Kammer neugebildeten Myzel des gekennzeichneten Pilzbelags des Weizenhalminternodiums kräftige Hyphenzweige, die sich zu baumartigen Fusariumfruchtständen ausbilden mit Büscheln von Makro- und Mikrokonidien, wie sie bereits von Krüger beschrieben wurden. Die großen Konidien sind sichelförmig, dorsiventral, an beiden Enden kurz zugespitzt, am Basalende fußartig, meist mit 3—5 Septen; die kleinen unausgebildeten Konidien sind länglich (Fig. 2).

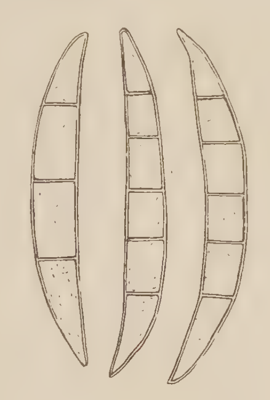


Fig. 2.
Konidien von Fusarium rubiginosum aus der Kultur von Ophiobolus herpotrichus Fr. Vergr. 700.

Aus dem Umstande, daß die Ophiobolus-Perithecien in direkter Hyphenverbindung mit dem charakteristischen Pilzbelag des fußkranken Weizenhalmes stehen, dieser durch seine Struktur sich deutlich abhebende Myzelbelag also anscheinend das Ophiobolus-Stroma ist und ferner aus der Tatsache, daß letzteres in der feuchten Kammer frische Hyphen mit einer Fusariumfruktifikation treibt, ließe sich die Zusammengehörigkeit der beiden Pilzformen folgern: ein Fusarium ist die Konidienform vom Ophiobolus herpotrichus Fries. Allein, die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, daß das Myzel zweier verschiedener Pilze, und zwar einer Fusarium- und einer Ophiobolusform, hier derartig verwebt miteinander wäre, daß die Hyphen nicht auseinander zu halten sind.

Höchst eigenartig ist sodann das Verhalten des Myzels von dem Internodium des vorzeitig abgestorbenen Weizens auf künstlichem Nährboden, wie Agar und Pflaumendekokt. Es ließ sich hier ein dreifaches Myzel unterscheiden, das man nicht für zusammengehörig halten würde, wenn nicht ihre Übergänge nachweisbar wären. Zunächst haben wir zu unterscheiden zwischen dem älteren dunkelbraunen Dauermyzel und dem blassen jungen Myzel. Letzteres besteht wiederum aus den fein-

fädigen, zarten Hyphen, wie wir sie bereits kennen lernten auf dem natürlichen Substrate; sodann aus blassen Hyphen größeren Kalibers, die ebenfalls neben dem dunklen Dauermyzel auf dem Weizenhalme vorkamen und in der feuchten Kammer als Fortsetzungen den derbwandigen, braunen Hyphen entwachsen. Und schließlich gewahren wir in der Kultur statt der plektenchymatischen braunen Gewebekörper auf dem natürlichen Substrate ebenfalls braune, knäulartige Myzelbildungen, deren Hyphen aber gleich den Cladosporiummyzel perlschnurförmig oder torulös nach

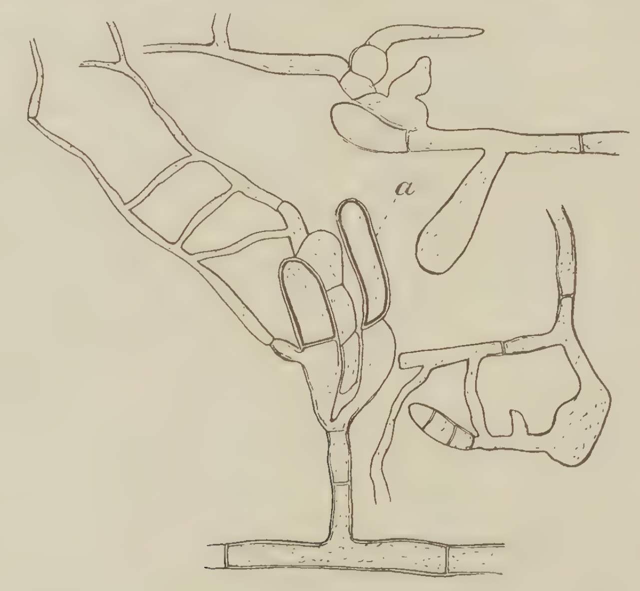


Fig. 3.
Kolbenförmige und plektenchymatische Hyphen- und unentwickelte Konidienbildungen an dem ausgetriebenen Ophiobolus-Myzelbelag vom fußkranken Weizenhalm in der feuchten Kammer; *a* derbwandige, in Dauermyzel übergehende Hyphenaustreibung. Vergr. 500.

Frank sind. Diese kugeligen braunen Hyphenglieder werden terminalwärts allmählich kleiner, um dann in gestreckte, blasse Hyphenglieder überzugehen mit feinfädigen blassen Verzweigungen. Die kugeligen braunen Hyphenglieder kann man als Chlamydosporenbildungen ansprechen, die häufig hyaline keimschlauchartige Austreibungen zeigten. Zu normalen Fusariumfruchtbildungen an dem auf das künstliche Nährsubstrat übertragenen Pilzbelag des Weizenhalmes war es indes nicht gekommen, obwohl die Kultur mehrere Monate sich überlassen blieb. Allerdings erschienen neben Mikrokonidien in dem Myzel mit den perlschnurförmigen Hyphen pyknidenartige, tief dunkelbraune Pilzgewebskörper in den verschiedensten Größen. Aus ihrer unregelmäßig ge-

stalteten Öffnung sprudelten bei Wasserzutritt sporenähnliche kleine Kügelchen, die jedoch nicht keimten.

Es sind das jedenfalls keine normalen Gebilde im Lebenszyklus des Pilzes, wie denn auch die perlschnurförmigen Hyphenbildungen und Myzelknäule in den Kulturen als Reaktionserscheinungen anzusehen sind, hervorgerufen durch anormale Lebensbedingungen, wie sie die Veränderungen und Verunreinigungen im Nährmedium, zumal durch Bakterien sowie durch die Anhäufung von Stoffwechselprodukten mit sich bringen.

Die aus dem Pilzmyzelbelag des fußkranken Weizenhalms in der Kammer hervorgegangene Fusariumform stimmt am meisten überein mit Fusarium rubiginosum Appel und Wollenweber[1]).

Kulturen und Nebenfruchtform von Ophiobolus herpotrichus.

Nach den eingangs erwähnten fehlgeschlagenen Kulturen Krügers mit Ophiobolussporen rechnete ich nicht auf ein Gedeihen meiner Sporenaussaaten, die ich im Juli, August und Oktober vorzugsweise auf Agar und Pflaumendekokt vornahm. Indes schon fünf bis acht Tage nach der Aussaat war der Nährboden gesprenkelt mit kleinen weißen Knötchen: den Keimlingen der Ophiobolussporen, durchsetzt von Bakterien. Die kleinen Organismenformen machten sich gegenseitig den Nährboden streitig. Gewiß ein interessantes Bild, wie es bei den Pilzkulturen fast regelmäßig erscheint: der Kampf um das Dasein unter den Mikroorganismen, der von manchen unserer modernen Biologen freilich geleugnet wird! Gewinnen die Bakterien im Bunde mit den Stoffwechselprodukten die Oberhand, so geht die Pilzvegetation zugrunde. Oder es kommt zu Mißbildungen, zu sonderbaren pathologischen Wachstumserscheinungen bei den Pilzkeimlingen (Fig. 4). Und im günstigeren Falle halten sich Bakterien und Pilzsaat insoweit das Gleichgewicht, als ein Teil der Pilzsämlinge gedeiht, ein anderer in der Entwicklung stecken bleibt und verkümmert. So war es bei meinen Kulturen. Übrigens lassen sich auch hier Reinkulturen gewinnen.

Zahlreiche Sporen hatten nicht gekeimt, andere wohl Keimschläuche getrieben, die aber unter ungewöhnlichen gestaltlichen Bildungen samt der Spore in eine Dauermyzelform übergingen. Und dritte, welche die mancherlei Wachstumshemmungen überwanden, waren zu einem kräftigen Myzel ausgewachsen, das, wenn auch nicht reich, so doch fruktifiziert

[1]) O. Appel und H. W. Wollenweber, Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link). Arb. aus der Biolog. Anstalt für Land- und Forstwirtsch., Berlin 1910, Bd. VIII, Heft 1, S. 95.

hatte. Und zwar, um das hier gleich vorweg zu bemerken, entstanden an den Hyphenästen Fusarienkonidien.

Neben sporenhaltigen Asken und Ascosporen, die auf dem Nährsubstrat zerflossen waren, fanden sich Sporen, welche stark angeschwollen und soweit die ursprüngliche Sporenform behalten, aber nicht gekeimt hatten. Wo sporenhaltige Asken in dem Nährboden lagen, da war die eine und andere Ascospore mit einem Keimschlauch aus der Ascuswand



Fig. 4.
Anormale Sporenkeimlinge von Ophiobolus herpotrichus mit konidienähnlichen Sproßbildungen; *n* gekeimte Ophiobolusspore, an deren Keimschlauche sichelförmige Mikroorganismen *m* sitzen. Vergr. 500.

getreten. Die Keimung der Sporen ging sonst typisch in der Weise vor sich, daß die Ascospore sich streckte und anschwoll und aus den beiden Enden unter einem meist stumpfen Winkel einen Keimschlauch trieb. Diese Art der Keimung ist charakteristisch für die Ophiobolussporen.

Im Wasser keimten die Sporen ebenfalls. Es entstand ein feines, zartes, wenn schon nur kärgliches Myzel, dessen Wachstum nach einigen Tagen sistierte, als das Nährmedium durch Hefe und Bakterien sowie durch die Stoffwechselprodukte eine erhebliche Verunreinigung erlitt.

Eine Appressorienbildung trat so recht nicht zutage. Allerdings trieben die Sporen in den Wasserkulturen kurze Hyphenäste mit runden lappenförmigen Endstücken, die man allenfalls für Appressorien ausgeben könnte. Sonst habe ich aber in anderen Substraten derartige Bildungen nicht bemerkt. Die von Krüger erwähnten „kleinen, sichelförmig geformten, farblosen Fortsätze an den Enden des Keimschlauches", die er als Appressorien deutet, habe ich nicht gesehen, wohl aber erschienen in den Kulturen unter dieser Gestalt recht häufig nicht weiter bestimmte Mikroorganismen, die sich an die Enden der kurzen Keimschläuche setzten, daß man auf den ersten Blick glaubte, es seien Pilzbildungen; so innig war die Verbindung (Fig. 4 *n* u. *m*). Wenn sodann Mangin[1]) von kleinen sichelförmigen Gebilden, die er für Sporidien hält, angibt, daß sie in künstlichem Nährsubstrat nicht keimten, jedoch glaubt, eine Keimung auf Wurzeln lebender Weizenpflanzen beobachtet und den Keimschlauch auf der Oberfläche der Wurzelhaare entlang kriechend und die Membran durchbrechend und in das Innere eindringend gesehen zu haben — so erscheint mir das doch sehr zweifelhaft.

Die Hyphengebilde, die entstehen, wenn der Keimungsakt nicht normal mit einer kräftigen Myzelbildung verläuft, solche Keimlinge haben dann ein starres, teilweise knorrig ästiges Aussehen. Sie sind ferner von ganz ungleicher Gestalt. So nehmen die ursprünglich nadelförmigen oder fädigen Ascosporen nach ihrer starken Anschwellung eine säbelförmige Gestaltung mit scharf hervortretenden Septen an. Es kommt auch vor, daß an der ausgekeimten Spore mehrere kleinere derartige Gebilde erscheinen, die großen Fusariumsporen gleichen (Fig. 4). Man sieht auch wohl, wie von dem einen Ende der gekeimten Ascospore mit einer bauchigen Auftreibung ein derber Keimschlauch ausgeht, der sich alsbald in Dauermyzel umwandelt. Er ist von gelbgrüner Farbe, während die gekeimte Spore hyalin blieb. Oder es treten kurze tonnenartige Hyphenaustreibungen auf, die an ihrem Pole ein oder zwei längliche sporenähnliche Gebilde tragen (Fig. 4). Dann wieder verlaufen solche gelbgrünen, starren, haarartigen Hyphen von ihrer Ursprungsstätte an der gekeimten Ascospore streckenlang unverzweigt und ohne irgend welche Seitenäste, um stumpf zu endigen oder in eine hyaline Hyphe überzugehen, die sich weiterhin verzweigt und das normale Ophiobolus-Myzel abgibt. An anderen anormalen Keimlingen kommen wiederum auf kurzen Seitenästen längliche sporenähnliche Körper vor, die man vielleicht als pathologische Sporenbildungen deuten darf. Häufig

[1]) Mangin, nach einem Zitat bei Krüger a. a. O. S. 330.

keimt die gequollene und gestreckte Ophiobolusspore auch in der Weise, daß mehrere ihrer Zellen in Abständen kugelig anschwellen, während aus den beiden Sporenenden Keimschläuche hervorgehen, die zum Myzel auswachsen.

Die normale Keimung vollzieht sich sodann in dem vorhin schon angedeuteten Modus, daß die Spore anschwillt und gewöhnlich unter einem Winkel aus den beiden Sporenenden je einen Keimschlauch aussendet, der sich wie auch die Sporen zur Hyphe umwandelt, die in reichen Verzweigungen das Myzel liefert.

Wenn wir nunmehr das ausgebildete Myzel beschreiben, so stoßen uns zunächst zwei auffällig voneinander verschiedene Myzelarten in der Kultur auf. Das ist einmal das derbwandige, gelblichgrüne, dornartig ästige Dauermyzel mit teilweise gegeneinander abgerundeten Hyphen und zum andern ein feines, zartes und blasses Myzel. Das erstere entspricht dem charakteristischen Pilzmyzelbelag der fußkranken Weizenpflanzen. Zu dem Dauermyzel sind ferner zu rechnen die starren, haarförmigen, streckenlang unverzweigten Hyphentriebe, wovon vorhin die Rede war. Sie gleichen den haarförmigen Hyphenbildungen am Ophiobolus-Perithecium. Zu dem zarten, feinfädigen blassen Myzel treten, wie in den Myzelien der meisten Pilze, neben kleinkalibrigen auch großkalibrige Hyphenstränge auf. Sie erreichen jedoch meist nicht die Hyphenstärke des Dauermyzels. Die beiden Myzelarten gehen übrigens ineinander über, da die peripheren Enden des Dauermyzels in der Kultur auch vielfach frische, blasse Hyphen treiben.

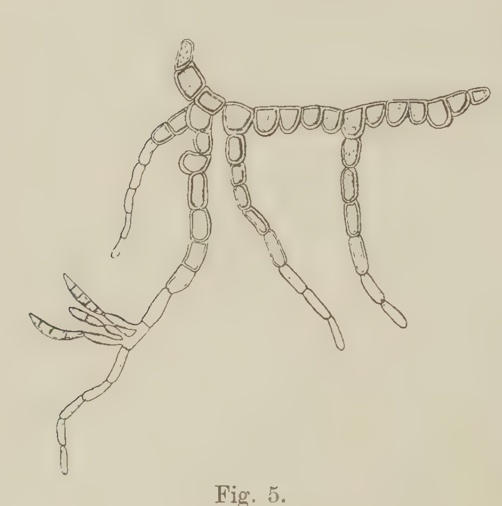


Fig. 5.
Hyphen des Dauermyzels aus der Ophiobolus-Kultur mit Fusariumkonidien an dem blassen Hyphenteile. Vergr. 500.

An kürzeren kegel- oder flaschenförmigen oder an längeren Hyphentrieben des feinfädigen Myzels aus einer Ophiobolus-Kultur vom 25. Juli fand ich nun am 9. August längliche noch unseptierte und ferner schwach sichelförmige, mit ein und zwei Septen versehene Fusariumkonidien (Fig. 5). Die Konidienbildung war verhältnismäßig spärlich am Myzel. Ein Teil der Konidien wuchs alsbald wieder zu Hyphen aus, indem die Konidien am freien Ende keimten. Um das Myzel zu einer reicheren

Fruktifikation zu bringen, übertrug ich eine am 25. August angesetzte Kultur am 3. September in sterilisiertes Wasser und nach zwei Tagen stückweise auf junge Weizenpflänzchen, die in Ziegelmehl gezogen und stark ausgekocht waren, und brachte sie in eine Petrischale, nachdem diese vorher mit Spiritus ausgewaschen und ausgeflammt war. Am 24. September zeigten zwei Halme der infizierten Weizenpflänzchen einen roten Anflug in der Nähe des aufgetragenen Myzels aus der Ophiobolus-Kultur. Wie dann die mikroskopische Untersuchung ergab, hatten sich hier Fusarienfruchtlager gebildet. Und nach weiteren, wenigen Tagen entstand eine üppige Fusariumvegetation, so daß die Halme vollständig von einem dichten mausgrauen Myzelfilz umhüllt waren, der späterhin an einigen Stellen eine ziegelrote Färbung annahm. Einmal erhielt ich indes bei diesen wiederholten Übertragungen des Myzels aus den verschiedenen Ophiobolus-Kulturen, die sonst immer dasselbe Ergebnis hatten, statt einer Fusariumvegetation den Pyknidenpilz Hendersonia herpotricha. In diesem Falle waren von einer Ophiobolus-Kultur einige Myzelstückchen am 3. September auf eine ausgekochte, in Ziegelgrus gezogene Weizenpflanze gebracht, die am 13. September mit zahlreichen Pykniden der Hendersonia herpotricha bedeckt war. Aber — und das ist bezeichnend — ein Pilzbelag wie bei den fußkranken Weizenhalmen war auf dem Halme nicht entstanden! Auch Krüger[1]) hebt bei seinen Infektionsversuchen mit Hendersonia ausdrücklich hervor, daß die abgestorbenen Versuchspflanzen an ihrer Basis reichlich mit Hendersonia-Pykniden besetzt gewesen seien, aber der für Ophiobolus charakteristische, durch oberflächlich wachsende dunkle Myzelfäden hervorgebrachte grüngraue Belag gefehlt habe. Unser abweichendes Kulturergebnis läßt sich wohl dadurch erklären, daß keine ganz reine Ophiobolussporen-Aussaat auf den Nährboden gelangte, wo alsdann an einer Stelle Hendersoniamyzel entstand, das jedoch nicht auf dem künstlichen Nährsubstrat, sondern erst nach der Übertragung auf das ausgekochte Weizenpflänzchen, also auf dem natürlichen Substrate, zur Fruchtbildung gelangte.

Die letzte Sporenaussaat mit Ophiobolus nahm ich am 16. Oktober auf Gelatine und Pflaumendekokt vor. Wie die früheren, so lief diese ebenfalls zahlreich auf. Die Sporenkeimung war indes auch hier ganz ungleich. Nach 10—14 Tagen hoben sich an mehreren Stellen des Nährbodens inmitten der meisten Pilzhäufchen dunkle Rosetten des gelbgrünen Dauermyzels ab, die weiterhin ein kräftiges Wachstum bekundeten. Ihr peripherer Teil bestand aus blassen Hyphen (Fig. 5).

---

[1]) Krüger, a. a. O. S. 341.

Dieses dunkle Myzel zeigte ferner die Anfänge der plektenchymatischen Pilzfädenverwebungen, wie sie charakteristisch sind für den Ophiobolus-Pilzbelag auf dem fußkranken Weizenhalm. Die Sporen hatten vielfach nur an dem einen Ende einen Keimschlauch ausgeschickt, welcher dem tonnenförmig aufgetriebenen Endstück der Ascospore entsprang und in Zickzacklinien unter Ausschickung von Seitenästen weiterhin als Hyphe den Nährboden durchsetzte. Andere Keimlinge in dem gleichen Präparat vom 16. November aus der Kultur vom 16. Oktober, die weiter in der Myzelbildung fortgeschritten waren, hatten eine kräftige sich reich verzweigende Haupthyphe, deren Glieder in Abständen kugelig waren.

Auch mit dem Ophiobolus-Myzel dieser Kultur, das keine Fusarienkonidien gebildet hatte, nahm ich Übertragungen auf zehn ausgekochte Weizenpflänzchen vor. Die erwartete Fusariumvegetation auf den infizierten Versuchspflänzchen blieb indes aus. Sie wurden durch eine überwuchernde Bakterienflora breiig und das Ophiobolusmyzel konnte dagegen nicht aufkommen. Nur kümmerliche Fäden ließen sich im Gewebe nachweisen. Aus der gleichen Kultur vom 16. Oktober übertrug ich ferner am 7. November einige Myzelstückchen auf ein ausgekochtes Weizenpflänzchen, gezogen in Ziegelmehl. Am 12. November ergab die Untersuchung der Impfstellen, daß das aufgetragene Ophiobolusmyzel hier kräftig getrieben hatte. Es zeigte einen rötlichen Anflug; eine Konidienbildung hatte sich jedoch nicht eingestellt. Wie aber war es nun mit der Entstehung des für die Fußkrankheit angeblich bezeichnenden Pilzbelags auf den Weizenpflänzchen, die mit dem Myzel aus der Ophioboluskultur bedeckt waren? Am 19. November untersuchte ich daraufhin die im August mit dem Ophiobolusmyzel der Kultur vom 25. Juli versehenen Weizenpflänzchen, die inzwischen vollständig strohig geworden waren. Und da zeigte sich denn, daß weit über die Impfstellen hinaus sich genau derselbe Pilzmyzelbelag auf den Weizenhalmen gebildet hatte wie an dem fußkranken Weizen in der freien Natur. Es waren hier die von den verschiedenen Autoren erwähnten eigenartigen Verknäulungen und plektenchymatischen Pilzfadenverflechtungen entstanden, zu deren vollständiger Bildung es in der Kultur auf künstlichem Nährboden nicht gekommen war. Sie durchsetzten die mächtig entwickelten gelbgrünen Hyphenverfilzungen. Ebenso kräftig war das von ihnen ausgehende blasse Myzel, das in Massen längliche, unseptierte Fusarienkonidien produziert hatte. Dazwischen verliefen Myzelstränge mit großen ausgebildeten Fusarienkonidien in büschelförmigem Fruchtstand.

Das Myzel hatte in dem Gewebekörper des Weizenhalms eine kolossale Entwickelung erfahren. Und zwar trat es vielfach in der Gestalt eines dicken, perlschnurförmigen, gelben Dauermyzels auf (Fig. 5), wovon blasse, große, gewundene Hyphen ausgingen, ebenfalls zumeist mit gegeneinander abgerundeten Hyphengliedern. Solche Pilzmassen nahmen sich gleichsam gedärmartig aus und füllten die Epidermiszellen des Weizenhalms vollständig aus. Es sind dies genau dieselben chlamydosporenmäßigen Hyphenbildungen, wie sie Sorauer[1]) von dem Myzel des Fusarium nivale beschreibt.

Durch unsere Kulturen ist somit wahrscheinlich, daß als Nebenfruchtform oder Konidienform zu Ophiobolus herpotrichus Fries. eine Fusariumart gehört. Aber welche? Um hierüber einen Anhalt zu gewinnen, brachte ich aus dem Streukorn in der Stoppel aufgelaufene Weizenpflänzchen von dem Acker, dem ich im Sommer die fußkranken Weizenpflanzen entnommen hatte, im November mit Wurzelballen unter eine Glasglocke in der Erwartung, daß an ihnen vielleicht eine Fusariumvegetation entstehen werde. Das war denn auch der Fall. Sowie die Blätter abstarben, erschienen üppige Fusariummyzelien, die in allem, was Fruchtstand, Konidienlagerfärbung, Form, Größen, Septenzahl der Konidien betrifft, mit jenem aus den Ascosporen von Ophiobolus herpotrichus hervorgegangenen Fusarium auf den ausgekochten Weizenhalmen übereinstimmten.

Die Fusariumart selbst aber glaube ich für Fusarium rubiginosum App. u. Wollw., für den vielbewegten Schneeschimmel ausgeben zu müssen nach der Charakterisierung, die jene Autoren von diesem Pilze geben[2]).

Die Fusarienformen der verschiedenen Nährwirte ähneln ja einander zum Verwechseln. Und sicher können sie nur durch ihre zugehörigen Schlauchformen auseinander gehalten werden, wie das auch bei manchen anderen Ascomyzeten der Fall ist. So bei den Moniliaarten und den Fusicladium-Formen unserer Obstbäume. Die zahlreichen Fusariumarten werden denn auch sicher bei gründlicheren Vergleichen und der Kenntnis ihrer Perithecienfruchtstände arg zusammenschmelzen.

Unter sich sind die reifen Konidien unseres Fusariums verschieden nach Septenzahl, 3—6 Septen, nach Größe und Gestalt, sichelförmig oder breiter und schwach dorsiventral. Ohne Fußkrümmung und mit schwach gekrümmtem Fuß sieht man die Sporen. Größen 21—42 μ : 6—7 μ.

[1]) Sorauer, a. a. O., S. 37.

[2]) Appel und Wollenweber, a. a. O.

Nach dem Fruchtstand erscheinen sie als einzelne endständige Konidien auf flaschenförmigen Sterigmen, die als gegenständige Hyphenäste von der fertilen Hyphe abgehen, oder sie lagern in dichten Büscheln. Sie sind also unter sich derart verschieden, daß man sie unter anderen Verhältnissen nicht für zusammengehörig erklären würde. Dazu kommen die ungleichen Entwickelungsstadien der Konidien ohne Septierung. Die Unterscheidung zwischen Makro- und Mikrokonidien ist indes, wie von O. Appel und U. W. Wollenweber[1]) schon hervorgehoben, bedeutungslos und hat nur einen deskripten Wert.

Schließlich habe ich zum Vergleich auch noch eine **Reinkultur** gemacht mit dem von Ophiobolus herpotrichus stammenden Fusarium und dem auf den jungen Weizenpflanzen im November gefundenen Fusarium. Um gleiche Kulturbedingungen zu schaffen, wurde die Züchtung der beiden Formen in ein und derselben Petrischale, aber an entfernten Stellen vorgenommen, wo je ein Myzelfädchen dem Nährboden übergeben ward. Schon nach einigen Tagen breitete sich ein weißgraues Myzel an den betreffenden Stellen aus, das später in dem Substrate eine hellrote Färbung annahm. Auch in den Kulturen der beiden Fusarienpilze mit ihren Fruchtständen fand ich keinen Unterschied. Vereinzelt traten kugelige Hyphenglieder auf, aber zu chlamydosporenähnlichen Dauermyzelbildungen, wie sie Sorauer erwähnt, war es in der am 16. November angesetzten Kultur nach zehn Tagen noch nicht gekommen. In bezug auf solche Hyphenbildungen beim Schneeschimmel bemerkt Lindau[2]): „So wissen wir nicht, ob die von Sorauer gefundenen Chlamydosporen den Pilz während des Sommers erhalten, obwohl die Aufklärung gerade dieses Punktes wichtig wäre, um das Wiederauftreten des Pilzes im Winter verständlich zu machen.“ — Hierauf ist zu erwidern, daß das Auftreten des Pilzes über das ganze Jahr hinaus gesichert ist, da er in zwei Fruchtständen erscheint. Einmal in der Peritheciumform als Ophiobolus herpotrichus und zum anderen in der Konidienform als Fusarium rubiginosum. Und wie wir sahen, vermag das chlamydosporenähnliche Ophiobolusmyzel auf dem Weizenhalme jederzeit bei entsprechender Feuchtigkeit in der Konidienform des Fusarium rubiginosum auszukeimen.

Aus unseren Züchtungsergebnissen folgt ferner, daß die eingangs zitierten Angaben von Saccardo und von L. Hiltner, zu Ophiobolus herpotrichus Fries gehöre Hendersonia herpotricha Sacc. als

[1]) Appel und Wollenweber, Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium. Arbeiten aus der K. Biolog. Anst. f. Land- und Forstwirt., Bd. VIII, 1910.

[2]) Sorauer-Lindau, Handbuch der Pflanzenkrankheiten, Bd. II, 1908, S. 464.

Konidienform doch wohl unzutreffend ist. Dieser Pyknidenpilz ist ein häufiger Gast auf den Bestockungstrieben, Blättern, Blattscheiden und Halmen des Weizens. Und wie andere saprophytische Pilze, so vornehmlich Ascochyta, ist er oft vergesellschaftet mit Ophiobolus, mit dem er aber genetisch wohl nichts zu tun hat. Was Krüger[1]) über diesen Pilz angibt, das kann ich im wesentlichen bestätigen. Erwähnt sei nur, daß unter den in Ranken massenhaft aus dem Pyknidenporus quillenden stab- bis spindelförmigen Pyknosporen vereinzelt auch eiförmige austreten: vielleicht in der Entwickelung steckengebliebene Sporen. Die Pyknosporen entspringen von der Spitze der blattförmig oder dreieckig ausgezogenen Zellen der inneren Pyknidenwand. Wie Krüger, so habe auch ich zwar myzelreiche Hendersonia-Kulturen auf künstlichem Nährsubstrat bekommen, jedoch ohne Fruktifikation. Wird indes das Myzel auf das natürliche Substrat der Weizenpflanze gebracht, so erfolgt die Pyknidenbildung.

Vergleichende Betrachtungen über das vegetative und das fruktifikative Wachstum der behandelten Pilze.

Was an Ophiobolus herpotrichus und Hendersonia herpotricha Sacc. in physiologischer Hinsicht besonders interessiert, das ist ihr Verhalten in den Kulturen. Bei Ophiobolus herpotrichus ist es einmal die auffällige Erscheinung, daß in ein und demselben Nährmedium unter den gleichen äußeren Bedingungen die Ascosporen die ungleichartigsten Keimungsvorgänge zeigen. Sodann fällt die zeitlich begrenzte Keimfähigkeit auf. Obwohl Krüger nach seinen Angaben die Kulturversuche in den ungleichsten Nährmedien in den verschiedensten Konzentrationen und unter den verschiedensten Bedingungen anstellte, so erhielt er dennoch keine Kulturen. Daß dem Ophiobolus-Pilze nun etwa alle die verwendeten Nährböden nicht zugesagt hätten, das ist doch nicht gut anzunehmen. Der Mißerfolg hängt gewiß mit der Vegetationsperiode des Pilzes zusammen, denn ich habe im Juli und August üppige Vegetationen bekommen. G. Klebs[2]) ist dahingegen der Überzeugung, daß aus inneren Gründen weder Algen, noch Pilze zu bestimmten Jahreszeiten fruktifizierten. Sowie man die Kulturbedingungen eines solchen Organismus in der Hand habe, lasse er sich auch jederzeit zum Wachstum oder zur Fortpflanzung zwingen.

[1]) Krüger, a. a. O., S. 331.

[2]) Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze, Bd. III. Jahrb. f. wissensch. Botanik, Bd. 35, 1900, S. 163.

Die Fruktifikation unserer Pilze fiel jedoch nur spärlich auf dem einen Nährboden, auf Agar und Pflaumendekokt, aus, wo das vegetative Hyphenwachstum überwog. Und bei Hendersonia herpotricha Sacc. war dieses so stark, daß auf dem künstlichen Nährboden überhaupt keine Pyknidenbildung wie auf dem natürlichen Substrate erfolgte. Sowie jedoch das Myzel von Ophiobolus wie von Hendersonia aus dem künstlichen Nährboden auf den natürlichen, auf ausgekochte Weizenhalme überführt wurde, so trat eine reiche Fruchtbildung ein.

Woher kommt es nun, daß in ein und demselben Nährmedium unter anscheinend doch gleichen äußeren Bedingungen die einen Sporen nicht keimen, die anderen wohl keimen, aber unter Bildung von anormalen Sporen sofort in Dauermyzel übergehen, und daß eine dritte Gruppe reichlicher Myzel hervorbringt und in den typischen Entwickelungsgang des Pilzes eintritt? Und weshalb bildet Hendersonia herpotricha nicht auf dem künstlichen, sondern nur auf dem natürlichen Substrate Pykniden?

Wollen wir diese Fragen beantworten, so müssen wir schon den festen Stützpunkt der Tatsachen fahren lassen und nach dem schwankenden Seil der Hypothese greifen. Denn auf dem Wege des experimentellen Versuches zur Aufdeckung der verae causae für die fraglichen Erscheinungen liegen unübersteigbare Schwierigkeiten. Der Organismus ist ein System sich stetig verändernder Massen, abhängig in seinen Veränderungen von inneren und äußeren Bedingungen. Zu den letzteren oder den allgemeinen Lebensbedingungen nach Pfeffer gehören das Nährmedium, Licht, Luft, Temperatur, Feuchtigkeit. Wie sich diese verändern, so verändert sich auch innerhalb gewisser Grenzen der Pilzorganismus. Die willkürliche Abänderung dieser Faktoren liegt nun zwar in unserer Macht. Sie sind in der Hand des Experimentators die veränderlichen Reizmittel, worauf der Organismus in bestimmter Weise reagiert. Aber wir sehen bei den verschiedenen Variationen und Kombinationen jener Lebensbedingungen allemal nur das vollzogene Resultat im Organismus, nicht aber den gliederreichen Zusammenhang in der Kette der inneren Geschehnisse. Das wechselvolle Spiel der inneren Kräfte, die jeweilige Konstellation der inneren Bedingungen, die neben den äußeren Einwirkungen die Zustandsänderungen des Organismus hervorrufen, das alles ist unserer Erkenntnis verschlossen. Und deshalb ist es durchaus nicht gesagt, wenn wir in den Nährstoffen oder in der Temperatur, oder in dem Feuchtigkeitsgehalt, oder in der Licht- und Luftmenge eine Veränderung vornehmen, und der Pilzorganismus reagiert hierauf in einer bestimmten augenfälligen Weise, daß dieser einzelne

veränderte Lebensfaktor nun einzig und allein die wirkliche bewirkende Ursache der Formenveränderung am Organismus ist. Wir können höchstens sagen, er ist das auslösende Anfangsglied zu einer bestimmten Zustandsänderung im Organismus. Dessen müssen wir eingedenk sein bei den Erklärungsversuchen für das wechselnde Verhalten des Pilzorganismus gegenüber den veränderten Lebensbedingungen.

Weshalb nun die einen Sporen keimen und die anderen nicht unter den gleichen äußeren Lebensbedingungen, so haben wir dafür überhaupt keine physikalisch-chemische Erklärungsart. Wenn man anführt, ihre inneren Bedingungen sind nicht bei allen soweit gleichartig, daß die Sporen auf die gleichen äußeren Reize oder Einwirkungen in gleicher Weise reagieren müßten, so ist damit nicht viel gesagt. Es ist eigentlich nichts damit für die Erkenntnis gewonnen. Ebenso wenig haben wir eine befriedigende Erklärung für die Periodizität der Sporenkeimung mit nachfolgender Myzel- und Fruchtbildung. Die Sporen vieler Pilze keimen über das ganze Jahr hinaus und bilden Myzel mit Fruchtständen, während bei anderen Pilzen wieder die Sporen zeitweilig überhaupt nicht keimen oder wie bei Ophiobolus herpotrichus kurz nach der Keimung das Wachstum beenden. Schon näher kommen wir dahingegen der kausalen Beziehung bei dem pathologischen Keimungsvorgang der Ascosporen von Ophiobolus herpotrichus mit sofortiger Konidienbildung und Umwandlung in Dauermyzel. Das sind Wachstums- und Fortpflanzungserscheinungen, die sicherlich mit Ernährungsvorgängen zusammenhängen, mit Abweichungen von dem normalen Prozeß, der eine Störung und Abweichung dadurch erlitt, daß der Pilzorganismus in die Nährmedien durch eine überwuchernde Bakterienflora sowie durch die Stoffwechselprodukte in eine ungünstige Ernährungslage geriet. Er reagierte hierauf in zweifacher Weise. Einmal bildete er, obschon in etwas anormaler Form, Fortpflanzungskörper und zum anderen Dauermyzel. Die ähnliche Erscheinung beobachtete ich bei den Pyknosporen der Septoria apii Br. auf einem mit Bakterien reich durchsetzten Nährboden. Welchen Einfluß übrigens die Stoffwechselprodukte oder ähnlich wirkende künstliche Zusätze zu dem Nährsubstrat, wodurch ungünstige Veränderungen in dem Nährmedium hervorgerufen werden, auf die Fortpflanzung und weiterhin auf das Wachstum des Pilzorganismus üben, das hat in überzeugender Weise schon G. Klebs[1]) dargetan.

Und wir wissen ferner, daß bei zahlreichen Mikroorganismen, bei unzusagenden Existenzbedingungen, insonderheit bei unzusagenden Nähr-

[1]) Klebs, a. a. O., S. 112.

stoffen die Zystenbildung vor sich geht, bei Pilzen die Chlamydosporenbildung. Das sind Ruhe- und Schutzzustände des Organismus gegen weitere schädigende Einwirkungen, welche Umwandlungen unter dem Einfluß äußerer Bedingungen erfolgten. Wer einer teleologischen Auffassung der Erscheinungsweisen und Geschehnisse in der Natur huldigt, der wird in all diesen Vorgängen und dem Verhalten der Organismen unter den gegebenen Verhältnissen ein höchst zweckmäßiges Gebahren sehen zur Erhaltung der Art, da ohne diese Reaktionsweisen auf die unzusagenden äußeren Einwirkungen die Lebeformen gewiß zugrunde gehen würden.

Eine ähnliche Sporenbildung, wie vorhin geschildert, ohne besondere Myzelbildung kommt auch sonst vor. So führt Klebs[1]) an, daß die Sporen von Mucorineen (van Tieghem, Klebs), von Empusa (Brefeld), Basidiobolus (Eidam), Ascoidea (Brefeld) ohne vorhergehende Myzelbildung sofort wieder Sporen bilden können; bei Basidiobolus können selbst die Zygoten gleich aus den Sporen entstehen (Eidam).

In diesen Fällen führt die Verminderung bezw. Umänderung der Nahrung zur Einschränkung des vegetativen Wachstums und zur Hervorrufung des fruktifikativen, wie das auch bei den Blütenpflanzen (Obstbäumen) vorkommt. Klebs bringt nun diese Erscheinungen vornehmlich mit quantitativen Veränderungen der Nahrung im Zusammenhang. Er bekennt jedoch: „Sobald man zu einem wirklichen Verständnis der Einwirkungen der Außenwelt auf die inneren Vorgänge der Zellen vordringen will, stößt man sofort auf die dunkelsten und bisher nicht zu lösenden Probleme“. Aber deshalb bleibe doch die Ansicht berechtigt, daß die ersten Einwirkungen der Außenwelt in quantitativen Veränderungen der inneren Zellenvorgänge bestehen. —

Andererseits betont indes Klebs[2]), daß ein Entwickelungsgang durch das Zusammenwirken mehrerer äußerer Bedingungen veranlaßt wird, die als formative Reize bezeichnet werden könnten. Hierfür gab meine Ophiobolus-Kultur ebenfalls einen Beleg. In einer feucht gehaltenen Petrischale unterhielt ich bei einer Zimmertemperatur von 10^0—12^0 C im September die Ophiobolus-Kultur auf ausgekochten Weizenhalmstückchen. Sie geriet nach 24 Stunden in ein ungemein üppiges Wachstum und zu einer reichen Fruktifikation in Gestalt von Fusariumsporenlagern, nachdem die Schalenwände mit heißem Wasser benetzt waren, also neben der Feuchtigkeit die Temperatur in der Schale

[1]) Klebs, Probleme der Entwickelung, Biolog. Centralbl. 1904, S. 493.

[2]) Klebs, a. a. O. S. 452.

zeitweilig stark erhöht ward. Ebenso kamen junge Perithecien von Ophiobolus herpotrichus in Weizenblättern binnen 24 Stunden zur Reife, die ebenfalls in einer Petrischale aufbewahrt und in gleicher Weise behandelt waren. Hier also ist, wie ja durch zahlreiche anderweitige experimentelle Ergebnisse genugsam bekannt, neben der Feuchtigkeit die erhöhte Temperatur der auslösende Reiz zu einem gesteigerten Wachstum und hinterher gesteigerter Fruchtbildung.

Auch die Wachstumserscheinung bei Hendersonia herpotricha, die auf Agar-Pflaumendekokt keine Pykniden bildete, wohl aber auf ausgekochten Weizenhalmen, hängt sicher in erster Linie mit der chemischen und physikalischen Beschaffenheit des Nährsubstrats zusammen. Wie Hendersonia herpotricha verhält sich ferner H. sarmentorum, die auf Hedera helix und Lonicera caprifolia Pykniden bildet, auf künstlichen Nährböden jedoch nicht. Welche Eigenschaften des Nährmediums es aber nun sind, die eine Gehäusebildung, wenn sie bei jenen Pilzen in der freien Natur auftritt, vereiteln, das ist noch eine unbeantwortete Frage. Hängt die Pyknidenbildung von der Quantität oder mehr von der Qualität der Nahrung ab? Sind die Nahrungsstoffe an sich überhaupt die einzigen äußeren und formativen Reize, die für die Auslösung der Wachstumsvorgänge zur Bildung der Pyknide in Frage kommen? Nach Klebs[1]) spielt in dem Verhältnis von Konidien- und Perithecienbildung bei Eurotium repens die Quantität und Qualität der Nahrungsstoffe keine besondere Rolle. Es übernimmt hier eine höhere Temperatur für die Perithecienbildung die Rolle des spezifischen Reizes, während nach Brefeld das Auftreten der verschiedenen Fruchtformen weniger von äußeren Umständen, als von inneren Momenten abhängig ist. Bei Pestalozzia Palmarum lassen sich nach H. Leiningers[2]) wertvollen Versuchen je nach der Konzentration der Nährmedien, wobei Luft und Feuchtigkeit als formative Reize wirken, Einzelsporen und Konidienlager wie Pseudopykniden und Pykniden erzielen. So entstehen Pykniden dieses Pilzes, der in der freien Natur keine Fruchtgehäuse bildet, durch Verminderung der Nährstoffe bei einem Myzel in Flüssigkeit. — Die Pyknidenbildung der Pestalozzia hat indes nur eine physiologische Bedeutung, aber keine systematische. Wenn daher Leininger die allseitig empfundene Notwendigkeit einer Reform des Systems der Fungi imperfecti betont und, auf seine interessanten Versuchsergebnisse Bezug

[1]) Klebs, Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena, 1896, S. 479.

[2]) Leininger, Zur Morphologie und Physiologie der Fortpflanzung von Pestalozzia Palmarum Cooke. Centralbl. f. Bakt. II, 1911.

nehmend, eine solche Reform nur auf Grund eingehenden Studiums einzelner Arten in Kulturen ausgeführt wissen will, so ist dem zu entgegnen, daß nicht die Kulturformen der Pilze, die Züchtungen auf künstlichen Substraten, maßgebend für die Umgrenzung, Feststellung und Unterscheidung der Arten und Gattungen sein können, sondern die Formen, wie sie in der freien Natur vorkommen. Ebensowenig wie die gärtnerischen Züchtungen der Blütenpflanzen, die ja oft von der ursprünglichen Stammform in der Natur bis zur Unkenntlichkeit verschieden sind, der systematischen Einteilung der Phanerogamen zugrunde gelegt werden, ebensowenig können solches die Erzeugnisse der „Pilzgärtnerei“. Unsere Pilzzüchtungen vermögen uns wohl die Zusammengehörigkeit der im System oft weit auseinanderstehenden Formen, insonderheit ihre verschiedenen Fruchtformen in Übereinstimmung mit den in der freien Natur vorkommenden aufzudecken, aber systematische Kriterien können sie nicht liefern. Da müssen sich Kultur und Natur nicht ergänzen, sondern ausschließen!

Wie G. Klebs in seinen gehaltvollen grundlegenden Untersuchungen „Über Probleme der Entwicklung“ stets wieder betont, so werden die verschiedenen Entwickelungsvorgänge bei der gleichen Spezies durch quantitative Änderungen einzelner oder mehrerer Faktoren in dem für alle Vorgänge gleichen Bedingungskomplexe der Außenwelt hervorgerufen. Die äußeren Änderungen bewirken innere zunächst quantitative Änderungen, sei es mehr auslösender oder energetischer Art, wodurch der für jeden Vorgang charakteristische Komplex innerer Bedingungen herbeigeführt wird. Spezifische äußere formative Bedingungen erkennt Klebs nicht an, sondern nur quantitative Änderungen der allgemeinen Lebensbedingungen. Es brauche nicht einmal spezifische formative innere Reize zu geben, da das für irgend einen Vorgang wesentliche Verhältnis der inneren Bedingungen auf verschiedenen Wegen erreicht werden könne. —

Allein, das eine schließt das andere nicht aus. Verschiedene Ursachen können allerdings die gleiche Wirkung haben. Aber es steht der Annahme nichts entgegen, daß es für gewisse Formgestaltungen in den Wachstums- und Fortpflanzungsvorgängen bei den Pilzen äußere und auch innere spezifische formative Reize geben kann. Und zwar in dem Sinne, daß diese den ersten Anstoß zu den Zustandsänderungen im Organismus und damit zu den Wachstumsänderungen geben, die ohne solche spezifischen Reize nicht erfolgt wären. Wenn andererseits Klebs auf Grund der experimentellen Ergebnisse bei einzelnen Algen und Pilzen dem Konzentrationsgrad der Nährstoffe in erster Linie eine formative Bedeutung beimißt in den Wachstums- und Fortpflanzungsvorgängen,

so müssen wir uns doch in dieser Hinsicht vor einer Verallgemeinerung hüten und jene Auffassung von den quantitativen Änderungen nicht etwa zu einer allgemeinen Regel erheben. Ob die quantitativen äußeren Änderungen auch quantitative innere Änderungen bewirken, welche nun ihrerseits wieder den Bedingungskomplex für den jeweiligen äußeren Vorgang im Organismus schaffen, das entzieht sich ja, wie bereits früher bemerkt, vollständig unserer Erkenntnis. Welche Prozesse sich im Zellinhalte, im Gefüge des Plasma abspielen, welche Stoffumsetzungen, Lösungen und neue Verbindungen, welche osmotischen Druckverhältnisse und Oberflächenspannungen durch eine quantitative Nährstoffveränderung, durch Temperatur und Licht- oder Feuchtigkeitsänderungen bewirkt werden, darin haben wir gar keinen Einblick. Von der Chemie und Physik des lebendigen Plasma wissen wir soviel wie nichts!

Auf eine Häufung oder Verminderung von Nährstoffen, auf Quantitätsänderungen, laufen diese Prozesse im Zelleninneren zur Auslösung eines ausschließlich vegetativen oder eines fruktifikativen Wachstums bei unseren Pilzen gewiß nicht nur hinaus, sondern in gleich großem, vielleicht in noch größerem Umfange werden qualitative Veränderungen in den Zellinhalten vor sich gehen. Es werden sicherlich neue Stoffverbindungen entstehen mit neuen und anderen Eigenschaften, als sie die sich verbindenden Elemente besitzen, welche qualitativen Änderungen eben so sehr eine formative Rolle spielen werden wie die quantitativen Änderungen.

Daß allgemein eine reiche Nahrung das vegetative und eine minder reiche das fruktifikative Wachstum hervorruft, das ist in vielen Fällen ja experimentell erwiesen und auch in der freien Natur zu beobachten. Und mit dieser Tatsache hängt es auch gewiß zusammen, wenn in unseren Kulturen auf künstlichem Nährboden die Sporenbildung am Myzel aus den Askosporen von Ophiobolus herpotrichus nur dürftig ausfiel und andererseits Sporen oft schon wenige Stunden nach ihrer Entstehung weiter zur Hyphe auswuchsen. Solche Konidienhyphen waren dann hinterher kenntlich an ihren streckenweise verbreiterten Abschnitten mit kurzen Hyphengliedern. Woraus erklärt es sich aber, daß, wie M. v. Tiesenhausen[1]) berichtet, eine Oogoniumanlage mit Antheridienästen und Befruchtungsschläuchen bei Saprolegnia monoica var. glomerata sich in ein Zoosporangium umwandelt? Hängt diese sonderbare Metamorphose, wo fast am Abschluß des Entwickelungsganges zu einem auf

[1]) Tiesenhausen, Beiträge zur Kenntnis der Wasserpilze der Schweiz. Archiv f. Hydrobiologie und Planktonkunde, 1912, Heft 2. Nach einem Referat in Mycolog. Centralbl. 1912, S. 343.

komplizierte, geschlechtliche Weise zustandekommenden Fortpflanzungskörper plötzlich eine Umkehr erfolgt, gleichsam mitten im Akte, zur Bildung eines auf einfache, ungeschlechtliche Art entstehenden Fruchtkörpers, hängt dieser auffällige fruktifikative Wachstumsvorgang auch mit äußeren formativ wirkenden und in der quantitativen Veränderung der Nahrung liegenden Umständen zusammen?

Über den umändernden Einfluß äußerer Agentien auf die Organentwickelung bei den Saprolegnieen hat uns Klebs[1]) einige Aufschlüsse gegeben. Es können nur die von Flüssigkeit rings umgebenen Hyphen Fortpflanzungsorgane bilden. Aber die beiden Fortpflanzungsweisen dieser Pilze, die Zoosporen- und die Oosporenbildung, unterscheiden sich in bezug auf ihr Wasserbedürfnis. Aus einer Agargallerte von 2% vermögen die Sporangienanlagen nicht mehr das für die Zoosporenbildung nötige Wasser zu nehmen. Die Anlagen werden zu Gemmen, während die Oogonien, die augenscheinlich weniger Wasser beanspruchen, zur Oosporenbildung gelangen.

Ob einzig und allein die ungleiche Wassermenge das Fortschreiten der Fruchtbildung oder den Rückschritt und die Umbildung der Anlage bedingt, das muß dahin gestellt bleiben. Und ferner: eine Änderung in dem bisherigen Wassergehalt bewirkt eine Störung und Ablenkung in dem vorher eingeschlagenen Gang des Triebwerks der Formenbildung, das gleichsam eine veränderte Einstellung erfährt, ein anderes, von dem bis dahin innegehaltenen abweichendes Ineinandergreifen der vielfältigen gestaltenden Kräfte. Aber weshalb nun das Ergebnis dieser Umschaltungen nicht aus dem Rahmen des fruktifikativen Wachstums herausfällt und die bisherige Fruchtanlage nicht einfach bleibt, was sie zum Zeitpunkt des Eintritts der veränderten äußeren Bedingungen war — das entzieht sich unserer Einsicht. Wir sehen, sowie wir uns auf den Pfad der empirischen Analyse der inneren Lebensvorgänge des pilzlichen Organismus begeben, wie sie in den verschiedenen Wachstums-, Gestaltungs- und Fortpflanzungsweisen zum sichtbaren Ausdruck kommen, daß uns bald ein Halt geboten wird, und der bisherige Weg der klaren Erkenntnis führt dann weiter in die Nebel der Spekulation!

Über die Ursachen der Fußkrankheit.

Weizenhalmtöter benannte Frank den Ophiobolus herpotrichus und Roggenhalmbrecher die Leptosphaeria herpotrichoides. Und die schmarotzende Tätigkeit dieser Pilze sollte nach ihm und anderen

[1]) Klebs, Zur Physiologie der Fortpflanzung einiger Pilze. Jahrb. f. wiss. Botanik, Bd. 35, 1900, S. 119.

Forschern die „Fußkrankheit“ des Getreides verursachen. Sie zeigt sich in der Weise, daß die Weizen- und Roggenpflanzen zur Zeit, wenn sie in die Ähren schießen, weißfarbig werden und absterben. Die Roggenhalme, so kennzeichnet Frank[1]) das Krankheitsbild, machen den Eindruck, als seien sie durch Hagel oder Sturm dicht über der Wurzel geknickt; derartig umgebrochene Halme liegen in Menge zwischen den gesunden, noch aufrecht stehenden Pflanzen. Die Erscheinung beginnt schon zur Blütezeit, und zwar sterben zunächst die Seitenteile der erkrankten Pflanzen frühzeitig ab; alsdann durchwuchert der Pilz auch den unteren Teil der Haupthalme, die sich infolgedessen im Innern bräunen und bald so morsch werden, daß der Halm bricht, bevor die Ähren und Körner einmal entwickelt sind. Der Pilz wuchert nicht nur im Gewebe, sondern auch in der Markhöhle, die er mit einem hellgrünen Pilzmyzel erfüllt, während die außen zwischen Halm und Blattscheiden sitzenden Fäden desselben dunkel gefärbt sind und je nach ihrer Menge den erwähnten helleren und dunkleren Belag bilden. Auf diesem entwickelten sich schon im Juni die charakteristischen Perithecien, die mit ihren spitzen, halsförmigen Mündungen nach außen aus den Blattscheiden hervorragen.

Ein ähnliches Krankheitsbild entwarf Frank vom fußkranken Weizen, der jedoch nicht über der Wurzel umbricht, sonst aber den charakteristischen dunklen, hier von Ophiobolus herpotrichus herrührenden Pilzmyzelbelag am untersten Internodium hat. Ebenso weisen solche frühzeitig abgestorbenen weißhalmigen Pflanzen unreife, kleine Körner oder taube Ähren auf. Und nicht nur der Halm, sondern auch die Wurzeln werden vom Pilze durchwuchert. Während Leptosphaeria herpotrichoides die Perithecien bereits im Juni hervorgebracht hat, sind nach der Angabe der Autoren die Ophiobolus-Perithecien oft erst im Herbst oder im Laufe des Winters an den Stoppeln zu finden. Eine Angabe, die dahin zu erweitern ist, als auch schon im Juni reife Perithecien an den fußkranken Weizenhalmen auftreten.

Weiter auf die zahlreichen Arbeiten über die Fußkrankheit einzugehen, die zumal auch von ausländischen Forschern vorliegen, ist nicht unsere Absicht. Es sei nur noch der Untersuchungen L. Hiltners[2]) gedacht, der im selben Jahre (1894) wie Frank, und unabhängig von ihm, sowie auch in den letzten Jahren sich mit der Fußkrankheit des Getreides beschäftigt hat. Hiltner hat bereits 1894 die Frage aufgeworfen, ob nicht etwa eine Übertragung der Pilze durch das Saatgut

[1]) Frank, Nach einem Zitat bei Krüger, a. a. O.

[2]) Hiltner, Praktische Blätter f. Pflanzenbau u. Pflanzenschutz, Jahrg. 1912, S. 40.

erfolgen könne. Er ist nunmehr der Überzeugung, daß die Disposition zu der Fußkrankheit im Samenkorn gelegen ist, und daß die Witterungsverhältnisse jenes Jahres, in welchem das Getreide reift, für das Verhalten der Pflanzen im nächsten Jahre ausschlaggebend seien. So habe das Trockenjahr 1911 eine Notreife des Getreides verursacht, wodurch die Disposition der Körner zur Erkrankung geschaffen sei. Und in der Hellfarbigkeit der Roggen- und Weizenpflänzchen im Frühjahr 1912 sah Hiltner gewisse, auf Eigenschaften des Saatguts bezw. auf dessen Befall zurückzuführende krankhafte Störungen, die er als die ersten Anzeichen der Fußkrankheit deutete. Dabei ließ sich feststellen, daß vielfach im Halmgrunde solcher Pflänzchen bereits Pilzmyzel enthalten war. Und das Myzel in den Keimpflänzchen, aufgezogen in Ziegelgrus, erklärte Hiltner für Ophiobolus-Myzel bezw. für Leptosphaeria-Myzel. Eine Verwechselung mit anderen Pilzarten sei ausgeschlossen. — Aus seinen Befunden folgert nun Hiltner, daß die Erreger der Fußkrankheit durch das Saatgut übertragen werden. Sie stellen sich ein, wenn eine durch Trockenheit bedingte Notreife der Körner erfolgt. Und sie scheinen zum Teil im Innern des Korns zu sitzen. Alle Witterungs- und Bodeneinflüsse, die man bisher fast ausschließlich als die eigentlichen Ursachen geltend machte, wirkten nur fördernd oder hemmend auf diese Krankheit; die primäre Ursache liege in der Notreife des Saatguts und dessen dadurch bedingten Befall durch die Erreger der Krankheit. Und das frühzeitige Lagern des Wintergetreides sei mindestens zum Teil auf den Befall der Wurzeln durch die Erreger der Fußkrankheit zurückzuführen.

Gehen wir nunmehr zu einer kritischen Würdigung der Angaben und Ansichten der verschiedeuen Autoren über. Zunächst der Pilzmyzelbelag, der charakteristisch für die Fußkrankheit nach Frank sein soll! Unser Forscher nahm ohne weiteres an, daß er aus Ophiobolus- bezw: Leptosphaeria-Myzel bestehe, eine Annahme, die, wie Krüger schon hervorhebt, nicht berechtigt ist. Denn tatsächlich setzt sich jener Pilzbelag aus dem Myzel verschiedener Pilze zusammen, so besonders aus dem Myzel von Cladosporium, wennschon die Hauptmasse aus Ophiobolus- bezw. Fusarium-Myzel bei dem Weizen besteht. Sind sodann die bezeichneten Pilze, wie Frank und andere Forscher annehmen, die Erreger der Fußkrankheit, so müssen sie, ist dies richtig, durch ihr aggressives Verhalten bei ihrem Nährwirt jene Krankheit hervorrufen. Und darüber entscheidet das Experiment! Es hat nun Krüger[1]) zahlreiche Impfungen

[1]) Krüger, a. a. O.

mit jenen Pilzen an Weizen- und Roggenpflanzen vorgenommen, indem er in verschiedener Weise die Ophiobolus- bezw. Leptosphaeria-Sporen auf die Versuchspflanzen übertrug. Die Impfungen fielen erfolglos aus. Dasselbe gilt von meinen Versuchen, worüber ich früher schon berichtete[1]). Hiernach vermögen also jene Pilze bei einer Sporeninfektion die Fußkrankheit an gesunden Getreidepflanzen nicht zu erregen. Nur ein Infektionsversuch Krügers, wo die infizierten Weizenpflänzchen ständig in einer warmen, feuchten Atmosphäre, also unter ganz anormalen äußeren Bedingungen gehalten wurden, nur dieser Versuch fiel insofern erfolgreich aus, als die „aus den Ophiobolus-Sporen" hervorgegangenen Pilzfäden in das Innere der Gewebe eindrangen. Am Halmgrunde der infizierten Pflanzen fand sich ein grüngelbes Myzel, was seinem Aussehen nach sehr wohl vom Ophiobolus herrühren konnte. ‚Zu einem richtigen Belag, wie bei den typisch „Ophiobolus-kranken" Pflanzen war es indessen nicht gekommen". — Also auch dieser einzelne Versuch ist nicht beweiskräftig. Denn die infizierten Pflanzen starben nicht vorzeitig ab, wenn sie auch im Wachstum und in der Körnerausbildung hinter den Kontrollpflanzen zurückblieben. Es hebt Krüger auch hervor, daß sich nicht mit Bestimmtheit angeben lasse, ob jenes Krankheitsbild durch Ophiobolus hervorgerufen sei.

Wie mit den Ascosporen des Ophiobolus herpotrichus, so habe ich auch mit dem größtenteils aus Ophiobolus-Myzel bestehenden Pilzbelag des fußkranken Weizenhalms eine Reihe von Infektionen an jungen, in Ziegelgrus gezogenen Weizenpflänzchen sowie an Weizenkörnern ausgeführt. Einige davon hatten Erfolg. Eine am 25. Juli mit Stückchen jenes Pilzmyzelbelags am Halmgrunde bedeckte junge vierblätterige Weizenpflanze zeigte am 3. September an der Impfstelle braunfarbige Flecke. Zumal diese Halmstelle war faltig und welk, während der Halm bei den Kontrollpflanzen noch frisch und prall erschien. Das aufgetragene Dauermyzel hatte junge blasse Hyphen getrieben und sich rosettenartig über die Impfstelle verbreitert. Die mikroskopische Untersuchung jener Halmstelle an Querschnitten lehrte, daß Hyphen in den jungen Halm eingedrungen waren und besonders in den Interzellularen üppig wucherten. Einige Epidermiszellen, worüber die ausgetriebenen Myzelstückchen lagerten, zeigten sich zusammengedrückt und gebräunt. Und hier ließ sich eine Hyphe interzellular über die Epidermis hinaus bis in die Rindenparenchymzellen verfolgen, während an anderen Stellen wieder, obwohl dort junge kräftige Hyphen oberflächlich auf der Epi-

---

[1]) Voges, Deutsche Landw. Presse, Jahrg. 1912, Nr. 71 u. 72.

dermis lagerten, sie dennoch nicht eingedrungen waren. Bei den meisten Pflanzen blieb indes die Impfung erfolglos. Ebenso ergebnislos verlief eine Impfung mit dem Myzel aus einer Ophiobolus-Kultur. Am 29. Oktober hatte ich ein Stückchen kräftiges Ophiobolus-Myzel mit dem Kulturboden (Gelatine und Pflaumendekokt) auf ein Blatt einer jungen Weizenpflanze in Ziegelgrus übertragen. Das aufgetragene Myzel war am 17. November noch frisch, die Impfstelle jedoch vollständig intakt geblieben. Zu einer Fruktifikation war es nicht gekommen.

Ferner belegte ich eine Anzahl Weizenkörner in der feuchten Kammer mit jenem Pilzmyzel. Nach einigen Tagen trieb es junge Hyphen, die, wie späterhin der mikroskopische Befund auswies, in das Weizenkorn eingedrungen waren.

Es ist somit erwiesen, und zwar im Gegensatz zu dem Verhalten der Ascosporen von Ophiobolus herpotrichus, welche auf dem Oberhautgewebe der jungen infizierten Weizenpflanzen und Weizenkörner wohl über die Epidermis hinkriechende Keimschläuche trieben, die aber nicht eindrangen, daß dahingegen die frisch ausgewachsenen Hyphen des Ophiobolus-Dauermyzels in gesunde Weizenkörner Eingang finden, und zum anderen, daß sie ebenfalls in den Halmgewebekörper junger infizierter Weizenpflänzchen eindringen, die allerdings in dem feucht gehaltenen Ziegelmehl unter anormalen Wachstumsbedingungen zubrachten. Immerhin folgt aus diesen Infektionsergebnissen, daß das perennierende Ophiobolus-Myzel auf dem fußkranken Weizenhalme virulenter ist, als die Sporenkeimschläuche des Pilzes, da jenes den befallenen Nährwirt weit wirksamer anzugreifen vermag. Und dieser Umstand gibt zugleich auch einen beachtenswerten Fingerzeig für die Bekämpfung des Schädlings. Er lehrt, wie zweckmäßig zur Begegnung der Infektionsgefahr die Vernichtung der Stoppeln gleich nach dem Abernten des Ackers ist.

Woher aber, so wird man fragen, kommt es denn, daß die jungen Hyphen des Ophiobolus-Myzels leichter in den Gewebekörper des Nährwirts einzudringen vermögen, als die Ascosporenkeimschläuche? Es liegt nahe, die Ursache in der ungleichen Kräftigung der beiderlei Infektionshyphen zu suchen. Das Reservematerial der Ophiobolus-Spore für die Keimung ist bald ausgenutzt. Der zarte Keimschlauch kann sich daher nur ungleich schwieriger in das derbe Oberhautgewebe der befallenen Wirtspflanze den Eingang verschaffen, als die junge kräftige Hyphe aus dem Dauermyzel, das über einen reichen Nachschub an Nährstoffen für seinen Abkömmling verfügt. Das alles unter der Voraussetzung, daß wir es allemal nur mit Ophiobolus-Myzel zu tun haben und nicht

zugleich mit einem jenes durchsetzenden Fusarium-Myzel der fußkranken Weizenpflanze.

Unter gewissen, die Infektion begünstigenden Umständen vermag also der Ophiobolus-Pilz seinen Nährwirt mit Erfolg anzugreifen. Solche Umstände, welche den Wirtsorganismus schwächen und ihn widerstandsloser machen, sind schädigende Witterungseinflüsse, insonderheit Frost oder ständige Nässe sowie einseitige Überernährung oder unzureichende Ernährung und Befall durch andere Pilzparasiten, wie das bereits von Sorauer[1]), Remer[2]), Krüger[3]) u. a. hervorgehoben ist. Und weiter rechne ich hierher die Angriffe der Stengelälchen, Anguilluliden, die ich fast durchweg am Halmgrunde der fußkranken Weizenpflanzen fand. Es kann mir nun freilich entgegnet werden, daß die Invasion der Stengelälchen auch nach dem Pilzbefall stattfinden könne. Allerdings! Da jedoch diese Nematoden so häufig im Boden vorkommen und die jungen Weizenpflanzen gleich nach dem Auflaufen befallen, so ist anzunehmen, daß sie früher, als der Ophiobolus-Pilz am Platze sind.

Wenn andererseits L. Hiltner zu den prädisponierenden Faktoren für den Ophiobolus-Befall an erster Stelle die Notreife des Saatkorns rechnet, diese sogar für die primäre Ursache der Fußkrankheit erklärt, so fragt man sich: Worin bestehen denn nun die Schwächungen des Wirtsorganismus infolge der Notreife des Saatguts? Aus einem solchen Saatkorn ist diesjährig das üppigste und gesundeste Getreide mit reichem Körnerertrage hervorgegangen. An den Weizenpflanzen aus dem notreifen Saatkorn ließen sich keine besonderen Schwächen und Gebrechen erkennen. Daß sich schon im Frühjahr gelbblätterige Pflanzen mit Pilzmyzel im Gewebekörper zeigten, das kommt in jedem Jahre vor. Einmal mehr, das andere Mal weniger, je nach einem ungünstigeren oder günstigeren Winter. Und ob das Pilzmyzel im Halmgrunde solcher welken Pflanzen tatsächlich Ophiobolus-Myzel war, das ist doch fraglich. Ohne Fruchtstand ist mit Sicherheit gar nicht zu bestimmen, welchem Pilze ein derartiges Myzel angehört.

So fand ich Anfang November auf den jungen, reich bestockten Weizenpflanzen, die aus dem Ausfallkorn in der Stoppel aufgelaufen waren, eine mannigfaltige Pilzflora, nachdem die Pflanzen mit Wurzelballen etwa acht Tage unter einer Glasglocke zugebracht hatten. Als

[1]) Sorauer, Über Frostbeschädigungen am Getreide und damit in Verbindung stehende Pilzkrankheiten. Landwirt. Jahrbücher, Bd. 32, 1903.

[2]) Remer, Zitat bei Krüger, a. a. O.

[3]) Krüger, a. a. O.

die Weizenpflanzen dem Acker entnommen wurden, ließ sich auf den Blättern keinerlei Pilzbelag erkennen. Sowie jedoch die Blätter anfingen, zu vergilben, da zeigte sich an den vergilbenden Stellen ein üppiges, flockiges Myzel, das vorzugsweise dem Fusarium rubiginosum angehörte. Außerdem erschienen auf den noch grünen Blättern die gleichen Pilzbewohner wie auf den abgestorbenen Weizenblättern im Sommer: Hendersonia herpotricha Sacc., Macrosporium, Cladosporium, Ascochyta. — Unser Befund demonstriert uns nun recht instruktiv, wie das Pilzinfektionsmaterial, welches die Stoppeln und den Erdboden beherbergen, sofort auf die Saat übergeht. Und bringt diese unter ungünstigen Ernährungs- und Wachstumsverhältnissen zu, so zwar, daß der Pflanzenorganismus stark geschwächt wird, was bei jenen dem Erdboden mit Wurzelballen entnommenen jungen Pflanzen unter der Glasglocke der Fall war, so gewinnen die Pilzbewohner die Überhand über ihren geschwächten Nährwirt und richten ihn zugrunde.

Daß aber nun eine solche Schwächung auch durch das notreife Saatkorn bei der hieraus hervorgegangenen Pflanze herbeigeführt werden kann und „die Disposition zu der Fußkrankheit im Samenkorn gelegen“ sei, das bleibt so lange nur eine Behauptung, so lange nicht experimentell nachgewiesen ist, daß sich die Weizenpflanzen aus notreifem Saatkorn empfänglicher erweisen für die Krankheit, als die Pflanzen aus normalreifem Saatgut. Wenn Hiltner zur Stütze seiner Ansicht darauf verweist, daß nach dem vorigen Trockenjahre, das eine Notreife des Korns veranlaßt habe, diesjährig die Fußkrankheit besonders häufig aufgetreten sei, so möchten wir zwischen jenen beiden Tatsachen überhaupt keine ursächliche Beziehung konstruieren, sondern das strich- und geländeweise häufigere Auftreten der ominösen Krankheit mit den diesjährigen ungewöhnlich starken Frühjahrsfrösten in Zusammenhang bringen. Welche zerstörende Wirkung der Frost auf die Pflanzen übt, das ist allbekannt. Was für eine Bewandnis es jedoch mit der Notreife des Saatguts als begünstigender Umstand für den Pilzbefall und somit für die Entstehung der Fußkrankheit hat, darüber wissen wir bisher nichts Tatsächliches.

Zudem fand ich unter den gesammelten abgestorbenen Weizenpflanzen fast ebenso viele ohne irgend einen Pilzmyzelbelag als mit diesem angeblich charakteristischen Merkmal der Fußkrankheit. Wenn aber der Ophiobolus-Pilz der spezifische Erreger dieser Krankheit ist, dann müßte er auch allemal an seinem vermeintlichen Opfer anzutreffen sein, was eben nicht der Fall ist. Hieraus folgt, daß das vorzeitige Vergilben und Absterben der Weizenpflanzen zum mindesten auch auf

anderen Ursachen beruhen kann als auf dem Schmarotzertum des Ophiobolus-Pilzes. Gleiche Wirkungen haben nicht allemal gleiche Ursachen! Überdies hat Sorauer[1]) experimentell durch künstliche Frosteinwirkungen eine Taub- und Weißährigkeit herbeiführen können. Die Halme zeigten, meistens am zweiten Knoten von unten, ein Knie, woraus zu schließen sei, daß sie anfangs sich umgelegt und später von selbst wieder aufgerichtet hatten. An den vermorschten Stellen der Basis fand Sorauer ein Fusarium. Krüger[2]) wiederum berichtet, daß er durch künstlichen Frost zwar allerlei Krankheitserscheinungen, niemals aber typische „Fußkrankheit" hervorrufen konnte. — Ob die beiden Forscher, die bei ihren Versuchen zu ungleichen Resultaten gelangten, die Versuche unter denselben Bedingungen vornahmen, das geht aus den Mitteilungen Krügers nicht hervor.

Wohl aber ist die Vermutung L. Hiltners, daß die Erreger der Fußkrankheit durch das Saatgut übertragen werden und im Innern des Kornes sitzen, insofern zutreffend, als in der Tat, wie wir vorhin sahen, das Ophiobolus-Myzel in das Weizenkorn einzudringen vermag, was übrigens auch für den Fusariumpilz gilt. Indes folgt noch nicht aus unseren gelungenen Infektionsversuchen, daß die infizierten Körner und Keimlinge nun auch jedesmal fußkranke Weizenpflanzen erzeugen müßten. Das wäre noch festzustellen! Körner und Pflanzen, die Krüger mit Ophiobolus-Sporen infizierte, lieferten, wie früher erwähnt, keine fußkranken Weizenpflanzen. Und wenn Hiltner gar meint, es bestehe auch kein Zweifel, daß diesjährig das frühzeitige Lagern des Wintergetreides teilweise auf den Befall der Wurzeln durch die Erreger der Fußkrankheit zurückzuführen sei, so erscheint mir das doch sogar sehr zweifelhaft. Denn ein ca. 20 Morgen großer Winterweizenschlag, Squarheadzüchtung, der von fußkranken Pflanzen stark durchsetzt war, vornehmlich an den Ackerrändern, wies überhaupt kein Lagerkorn auf. Richtig ist allerdings, daß man in diesem Frühjahr viel Lagerkorn in den Feldmarken antraf, mehr als sonst wohl in anderen Jahren. Aber das hatte seinen guten Grund: wie das Jahr 1911 ein ungewöhnliches Trockenjahr war, so erwies sich das Jahr 1912 als ein recht niederschlagreiches. Und die häufigen Gewitterregen, meist von schweren Böen begleitet, legten das Korn in beträchtlichem Maße nieder.

Außer Ophiobolus herpotrichus und Hendersonia herpotricha kamen auf dem geschwärzten Internodium des fußkranken Weizen-

[1]) Sorauer, a. a. O., S. 11.
[2]) Krüger, a. a. O., S. 349.

halms, besonders aber auf den Blattscheiden an der Stengelbasis die großen schwarzen Pykniden einer Ascophyta vor, ferner Angehörige von Phyllosticta, Alternaria, Septoria, Macrosporium und vor allem Cladosporium, sowie Leptosphaeria Tritici, die mit Hendersonia herpotricha Sacc. und nicht selten auch zugleich mit Ophiobolus herpotrichus erschien, was bereits Frank[1]) angibt. Auch Sorauer[2]) zählt jene Pilze auf, wobei er bemerkt, daß Cladosporium wie Fusarium wohl durch Konidienverstreuung oder bei feuchter Witterung durch Myzelausbreitung auf das gesunde Gewebe der Weizenpflanze übergehe, aber sie dringen bei normalem Blattwachstum nicht ein. Diese Angabe kann ich nur bestätigen nach meinen Befunden an jungen Weizenpflanzen. Wenn daher diese Pilze von manchen Autoren als „Schwächeparasiten" bezeichnet werden, die von ihrem Nährwirt nur Besitz ergreifen und ihn abtöten, nachdem er durch anderweitige schädigende Einwirkungen geschwächt war, so ist das gewiß zutreffend.

Einen oft recht erheblichen Bestandteil zu dem Pilzmyzelbelag auf dem fußkranken Weizenhalm liefert ferner Mucor racemosus. Über diese Tatsache finde ich keine Angaben in der mir vorliegenden Literatur. Die gelbbraunen, starken Hyphen jenes Saprophyten durchsetzen in reichen Verzweigungen das Ophiobolus-Myzel. In das frisch abgestorbene Halmgewebe der Weizenpflanze dringt dieser Pilz ein und durchzieht es nach allen Richtungen, wobei sein Myzel derbe Stränge und torulierte Hyphen sowie knäulige Verschlingungen bildet. War anfangs sein Myzel graugelblich, so nimmt es später einen braunen Farbenton an. Es gibt so leicht Veranlassung zu Verwechselungen mit den Ophiobolus-Dauermyzelsträngen.

Eine ganz andere Bedeutung gewinnt nun aber der Ophiobolus-Pilz im Gewande seiner wahrscheinlichen Nebenfruchtform als Fusarium rubiginosum, als Schneeschimmel. Hier ist er ein ausgesprochener Parasit, der selbständig und aggressiv seinen Nährwirt heimsucht. Allerdings nicht stets mit gleichem Erfolg. Wäre das der Fall, würde jedes Fusariummyzel oder jede keimende Fusariumkonidie in den Gewebekörper der betroffenen Wirtspflanze zerstörend eindringen, dann wäre es mit unserem Getreidebau vorbei. Es wiederholt sich also im Lebenszyklus unseres Pilzes der obligate Parasitismus, wie er bei manchen anderen Askomyzeten, so bei Mycosphaerella sontina und Venturia

[1]) Frank, Über die in Deutschland neu aufgetretenen Getreidepilze. Zeitschr. f. Pflzk., Jahrg. 1895, S. 11.

[2]) Sorauer, a. a. O.

inaequalis und V. pirina erscheint, wo die Schlauchform saprophytisch in den verwesenden Blättern, die Konidienform Septoria nigerrima bezw. Fusicladium dendriticum und F. pirinum in den lebenden Blättern, Zweigtrieben und Früchten der Kernobstbäume zubringt.

Was vom Ophiobolus herpotrichus, dem „Weizenhalmtöter" als Getreideschädling gilt, das paßt im großen und ganzen auch auf Leptosphaeria herpotrichoides, den „Roggenhalmbrecher". Im Juni bemerkte ich auf einem Roggenacker zahlreiche, vorzeitig abgestorbene und meist geknickte weißhalmige, teilweise taubährige Roggenpflanzen, die jedoch nur zum geringsten Teile ein pilzgeschwärztes unteres Halminternodium hatten. Die Knickung oder Halmbrechung der Roggenpflanzen war durch heftige Niederschläge und Windstöße herbeigeführt. Wo sich Pilzmyzel an den abgestorbenen Pflanzenteilen, besonders an den Bestockungstrieben fand, da zeigten sich wohl die Fruchtstände von Cladosporium, Phyllosticta, Ascochyta, auch eine große Sordariaform kam an den verwesten Bestockungstrieben vor, aber Leptosphaeria entdeckte ich anfangs nicht. Erst später, nach erneuter Untersuchung im Oktober, fand ich einzelne Perithecien, deren Askosporen teilweise noch im Wasser keimten. Wenn aber dieser Pilz tatsächlich der gefährliche „Roggenhalmbrecher" ist, wofür ihn Frank ausgibt, dann müßte er weit häufiger anzutreffen sein, als ich ihn angetroffen habe. Auch Krüger[1]) berichtet von einem starken Auftreten der Fußkrankheit in Roggenschlägen, wo neben typisch fußkranken Pflanzen auch Roggenhalme vorkamen, die am Grunde zwar morsch und geknickt, aber trotzdem fast gar nicht verpilzt waren. Auch fehlten solchen Halmen die Leptosphaeria herpotrichoides-Perithecien. Und was besonders bezeichnend für eine Einschätzung und Wertung dieses Pilzes als angeblichen Erreger der Fußkrankheit des Roggens ist: es standen in nächster Nähe fast unverpilzter, weißhalmiger, abgestorbener Roggenpflanzen wieder andere, die trotz der typischen Pilzentwickelung am Halmgrunde — Belag und Perithecien — eine Länge von 135—154 cm erreicht und einen normalen Ertrag sowie wohlausgebildete Körner geliefert hatten!

Gleich den vorhin erwähnten saprophytischen Pilzen hatte sich der vermeintlich so bösartige Leptosphaeriaparasit also als ein harmloser Gast des Roggens erwiesen!

---

[1]) Krüger, a. a. O., S. 348.

Ergebnisse.

1. Der vermeintliche Erreger der „Fußkrankheit“ des Getreides, Ophiobolus herpotrichus Fries, erscheint bereits im Juni auf dem Halme, den Blättern und Bestockungstrieben am Halmgrunde abgestorbener, weißhalmiger Weizenpflanzen, und zwar in einem zum Teil plectenchymatischen Stroma, das als filziger Überzug des Nährsubstrats auftritt. In der feuchten Kammer bilden sich an den frisch ausgetriebenen Hyphen dieses Stroma die Fruchtstände des Fusarium rubiginosum App. et Wollw.

2. Auf künstlichen Nährböden keimen die Askosporen des Pilzes ganz ungleichartig. Ein Teil der Keimlinge nimmt, nachdem diese sporenähnliche Gebilde hervorgebracht haben, die Dauermyzelform an. Es entsteht ein zweifaches Myzel: ein derbwandiges, gelbgrünliches, dornartig verzweigtes Dauermyzel mit teilweise gegeneinander abgerundeten Hyphengliedern und ein feinfädiges, zartes, blasses Myzel. Das erstere entspricht dem für die Fußkrankheit der Weizenpflanzen angeblich charakteristischen Pilzmyzelbelag des unteren Halminternodiums. An der zweiten Myzelform entstehen als Fruchtbildungen Fusariumkonidien. Wird das Ophiobolus-Myzel der Kultur auf ausgekochte junge Weizenpflänzchen übertragen, so entsteht hier eine üppige Fusariumvegetation und auf den Halmen der dunkle Pilzmyzelbelag, wie er in der freien Natur bei den fußkranken Weizenpflanzen vorkommt.

3. Das aus der Kultur der Ascosporen von Ophiobolus herpotrichus Fr. hervorgegangene Fusarium ist Fusarium rubiginosum, der sogenannte Schneeschimmel. Die Nebenfruchtform von Ophiobolus herpotrichus Fr. ist höchstwahrscheinlich nicht, wie bisher angenommen, Hendersonia herpotricha Sacc., sondern Fusarium rubiginosum App. et Wollw.

4. Der gelblichgrüne Pilzmyzelbelag am unteren Internodium der vorzeitig abgestorbenen, weiß- und taubährigen Weizenpflanzen ist nicht charakteristisch für die Fußkrankheit des Getreides. Denn neben den vorzeitig abgestorbenen, weißhalmigen Weizenpflanzen mit jenem Belag erscheinen fast ebenso viele vorzeitig vergilbte, abgestorbene Pflanzen ohne den Pilzbelag. Der spezifische Erreger der Fußkrankheit ist daher Ophiobolus herpotrichus nicht. Die Krankheit kann verschiedene Ursachen haben. Vornehmlich entsteht sie wohl durch Frostschädigungen an den Getreidepflanzen. Ophiobolus herpotrichus ist kein ausgesprochener Parasit, der selbsttätig in den Gewebekörper der gesunden Weizenpflanzen einzudringen vermag. Erst nachdem diese durch

schädigende Einwirkungen anderer Art, so besonders durch Witterungseinflüsse und schmarotzende Anguilluliden geschwächt sind, findet der Pilz Eingang. Der Pilzmyzelbelag ist daher eine sekundäre Erscheinung. Er setzt sich vornehmlich zusammen aus dem Dauermyzel von Ophiobolus herpotrichus Fr. und Cladosporium herbarum Link. sowie Mucor racemosus Fresen. Durch die Verflechtung der Hyphen dieser verschiedenen Pilze entsteht der grünbraune filzige Pilzmyzelbelag am Halmgrunde der Weizenpflanzen. Ihre Myzelien sind um so schwerer auseinander zu halten, als alle drei große torulierte Hyphen bilden, die einander zum Verwechseln ähneln. Nur die Fruchtstände geben über ihre wahre Natur den Aufschluß. Gefährlicher als Ophiobolus herpotrichus für die Getreideart erweist sich die Konidienform Fusarium rubiginosum, das geschwächte Pflanzen erfolgreicher angreift.

Die vorstehende Abhandlung war bereits abgeschlossen, als die inhaltreiche Arbeit E. Schaffnits[1]) über den Schneeschimmel erschien. Soweit sie mit meinen Untersuchungen in einem Zusammenhange steht, sei hier nachtragsweise zu ihr Stellung genommen. Die Befunde des Autors beziehen sich vorzugsweise auf Fusarien des Roggens, während ich Weizen als ihre Wirtspflanzen vor mir hatte.

Wie Schaffnit feststellte, gehen unter der Bezeichnung Schneeschimmel, Fusarium nivale Sor., verschiedene Arten, die häufig miteinander verwechselt sind. F. nivale sei identisch mit dem F. nivale Ces. und diese Fusariumart ist, wie Ihssen[2]) bereits angibt und von Schaffnit[3]) bestätigt wird, die Konidienform der Nectria graminicola. Ihre Kultur gelang auf Getreideähren, nicht auf künstlichem Nährsubstrat. Obwohl die Schlauchform in der Natur häufig vorkommen soll, so habe

---

[1]) Schaffnit, Der Schneeschimmel und die übrigen durch Fusarium nivale Ces. hervorgerufenen Krankheitserscheinungen des Getreides. Landwirt. Jahrb., Bd. 43, Berlin, 1912, S. A.

[2]) Ihssen, Centralbl. f. Bakteriol. u. Parasitenk., II. Abt., Bd. 27, 1910.

[3]) In einer neueren Arbeit (Zur Systematik von Fusarium nivale bezw. seiner höheren Fruchtform. Mycolog. Centralbl., Aprilheft 1913) berichtigt Schaffnit seine obigen Angaben dahin, daß nach einer revidierten Bestimmung des Pilzes die Perithecienform von Fusarium nivale keine Nectria sei, sondern eine Calonectria, die Schaffnit C. nivalis Schaff. nennt. Gleichzeitig hatte J. Weese (Zusammenhang von Fusarium nivale mit Nectria graminicola Berk. et Br. Zeitschr. f. Gärungsphys., Bd. II, Märzheft 1913) gegenüber Ihssen den Nachweis erbracht, daß Fusarium nivale nicht zu Nectria graminicola gehören könne.

ich N. graminicola auf Weizen bislang nicht gefunden. Sie muß wohl vorzugsweise auf Roggen auftreten. Außerdem fand Schaffnit in einem Roggenbestande, worin die Fußkrankheit vorher nachgewiesen war, die Fusarienarten: F. rubiginosum App. et Wollw., F. metachroum App. et Wollw., F. metachroum var. minor. App. et Wollw., F. rostratum App. et Wollw., F. didymum Hart., F. subulatum App. et Wollw.

Die Fusariumart, die ich aus den Askosporen von Ophiobolus herpotrichus züchtete, und die ich hinterher im Herbst an den aus Streukorn aufgelaufenen jungen Weizenpflanzen in der Stoppel eines von der Fußkrankheit befallenen Weizenschlages fand, ist, wie angegeben, F. rubiginosum App. et Wollw.[1]), welche Form auch aus dem charakteristischen plektenchymatischen, schwarzgrünen Myzelbelag am unteren Halmgliede fußkranker Weizenpflanzen in der feuchten Kammer hervorging. Da aus den Aussaaten der Ophiobolus-Askosporen stets wieder in den verschiedenen Kulturen jenes Fusarium entstand, so muß ich vorerst, vorbehaltlich weiterer Nachprüfungen, F. rubiginosum für die Konidienform von Ophiobolus herpotrichus erklären, obschon bislang Fusariumformen nur von Neetriaceen bekannt sind. Aus der Konidienform indes wieder die Schlauchform zu züchten, das ist mir nicht gelungen. Obwohl auf dem im August mit Ophiobolusmyzel geimpften Weizenhalmen zahlreiche Fusariumfruchtlager erschienen sowie auch der für die Fußkrankheit bezeichnende dunkle Myzelbelag, worin in der freien Natur die Ophiobolus-Perithecien auftreten, so ist bis heute, Anfang April, von einer Perithecienbildung auf den fusarienbedeckten Weizenhalmstücken nichts zu erkennen. Wie Appel und Wollenweber[2]) anführen, so ist es bisher auch wenig geglückt, aus der Fusariumform wieder die Schlauchform zu gewinnen. Nur Glück habe aus einem Fusarium seine Nectria moschata gezogen und Buttler, der die Perithecien von Neocosmopora var. infecta Smith in Reinkultur erzielte. Und Appel und Wollenweber gelang die Züchtung der Schlauchform von Gibberella saubinettii auf gekochten Stengeln aus einem Fusarium, das sie F. rostratum benannten. Ferner ließen sich aus einem Kakao-Fusarium auf gekochten Kartoffelstengeln die Schlauchfrüchte der Nectria de Jonge gewinnen. Dabei trat die eigentümliche Erscheinung

[1]) Appel und Wollenweber, Grundlagen einer Monographie der Gattung Fusarium (Link). Arbeiten aus der Kaiserl. Biolog. Anstalt f. Land- und Forstwirtschft. Bd. VIII, 1910, Heft 1, S. 95.

[2]) Appel und Wollenweber, a. a. O. S. 62.

hervor, daß von den drei gezüchteten Stämmen nur einer Perithecien bildete. Dies ist nach Appel und Wollenweber vielleicht darauf zurückzuführen, daß dasjenige Kakaofusarium, das Schlauchfrüchte auf gekochten Kartoffelstengeln entwickelt, kein Parasit, sondern ein Saprophyt ist. Die beiden anderen Kakaofusarien indes seien Parasiten, die deswegen keine höheren Fruchtformen auf dem gekochten Substrate bilden. Man kann also, so heißt es weiter, von unseren Fusarien, für den Fall, daß sie zu Askomyzeten gehören, vermuten, daß sie Parasiten sind, weil sie ja saprophytisch keine Perithecien bilden zu können scheinen. —

Dies Kriterium für die parasitäre Natur des Pilzes kann ich nicht gelten lassen. So ist die Nectria ditissima Tul. mit ihrer Konidienform Fusarium Willkommii Lind. ein Parasit. Das heißt: Der Pilz vermag selbsttätig lebendes Pflanzengewebe anzugreifen, Andererseits fand ich im März gleichzeitig sowohl Perithecien, wie üppige Konidienfruchtlager des Pilzes in den abgestorbenen und in einer feucht gehaltenen Petrischale aufbewahrten Rindenschollen der Krebswunde eines Apfelbaums. Auf dem toten Substrate und bei saprophytischer Ernährungsweise hatten sich beide Pilzformen kräftig entwickelt! Und ferner: Venturia inaequalis C. und V. pirina Aderh., die Schlauchformen der ausgesprochen parasitären Fusikladienpilze, entstehen im Frühjahr in den verwesten Apfel- und Birnblättern, deren lebendes Gewebe von der Konidienform jener Askomyzeten befallen war. In beiden Fällen geht demnach aus dem Myzel der parasitär lebenden Konidienform bei einer saprophytischen Lebensweise auf totem Substrate die Schlauchform hervor. Wie denn überhaupt in den meisten Fällen bei den Pilzen kein scharfer Gegensatz zwischen einer saprophytischen und einer parasitischen Lebensweise besteht.

Jedenfalls treten unsere Fusarien als Parasiten auf. F. nivale Ces. habe ich an den vorhin erwähnten jungen Weizenpflänzchen indes nicht gefunden, sondern nur F. rubiginosum, mit dem jedoch F. metachroum App. et Woll. vorkam. Auch Schaffnit berichtet, daß er an dem Ernteprodukt von einem größeren Gute wiederholt als einzige Art F. rubiginosum feststellte, während F. nivale dort völlig fehlte. Es ist nun das Verdienst von Appel und Wollenweber, in den bisherigen Fusariumwirrwarr, der eine sichere Bestimmung nach den vorhandenen Artdiagnosen unmöglich machte, einmal systematische Ordnung gebracht zu haben. Maßgebend für die Artumgrenzung können aber bloß die morphologischen Merkmale sein, nicht die physiologischen und biologischen, die Schaffnit denn doch wohl zu hoch zu bemessen scheint, wenn

er dabei exemplifiziert auf die Falksche[1]) Artspaltung von Merulius lacrymans in M. sylvestris und M. domesticus, eine Trennung, die lediglich darauf basiert, daß die eine Form bei 18—22° am besten wächst, die andere bei 24—28°! Unmöglich kann man aber auf solche geringfügige Abweichungen im Verhalten gegen Temperaturgrade neue Arten gründen! Für die Fixierung der Arten ist die Konstanz ihrer Merkmale ein erstes Erfordernis. Und da sind die morphologischen zweifellos konstanter, als die physiologischen und biologischen, die oft als variierende Anpassungserscheinungen und als Ergebnisse der Wechselbeziehungen zwischen dem Pilz und seinem Substrate auftreten. So ein vorwiegend oberflächliches oder ein submerses Myzelwachstum, so das Verhalten hinsichtlich der Färbung des Myzels, der Konidien sowie des Substrats, ferner des Wachstumshabitus und der Stoffwechselprodukte. Sicher ist einstweilen, bemerken Appel und Wollenweber mit Recht, „daß die wichtigsten systematischen Werte aus der Beschaffenheit der Konidien und ihrer Tragorgane zu erwarten sind, wobei die Form am meisten bietet". Zu den untergeordneten systematischen Merkmalen gehört auch die erwähnte Färbung. Allerdings kann die reine Farbe der reifen Konidien einen wichtigen systematischen Charakter abgeben. Das gilt, wie Appel und Wollenweber betonen, für die ockerfarbigen Konidien unseres Fusarium rubiginosum. Die Färbung des Myzels ist dahingegen wechselnd und mit der Art des Substrats zusammenhängend. So war es bei meiner Kultur auf gekochten Weizenhalmen ockerfarbig, auf Gelatine und Pflaumendekokt karminrot, auf der Weizensaat in der freien Natur leuchtend karminrot wie lackiert. Dies Myzelfarbenspiel ist nun, wie Appel und Wollenweber bemerken, wenn auch nicht in systematischer, so doch in biologischer Beziehung von Interesse, auch für die Lösung der Frage nach der Zahl und der Chemie der Farbstoffe und ihrer gegenseitigen Beziehung. Es macht ferner C. Wehmer[2]) auf einen eigentümlichen Farbenwechsel bei Penicillium luteum aufmerksam. Im Reagenzglase kann man nach ihm durch abwechselndes Alkalischmachen und Ansäuern die Decken bald farblos, bald rotgelb machen und das beliebig wiederholen, was bisher von keinem Pilz anderer Pflanzenstoffe bekannt sei. — Es ist ja vielleicht möglich, daß bei einer näheren Kenntnis der Chemie der Pilzstoffe diese zur Artunterscheidung

[1]) Vgl. auch: R. Ilkewitsch, Kritik des von Dr. R. Falk herausgegebenen Werkes über die Wachstumsgesetze, Wachstumsfaktoren und Temperaturwerte der holzzerstörenden Myzelien. Botanische Zeitung, 68. Jahrg., 1910.

[2]) Wehmer, Über Variabilität und Speziesbestimmung bei Penicillium. Mykolog. Centralbl., Bd. II, 1913, S. 196.

beitragen können. Zurzeit kennen wir nur ihre Abhängigkeit von der Zusammensetzung des Substrats.

Was sodann die Fusarienarten als Erreger der Fußkrankheit betrifft, so heißt es bei Schaffnit an der einen Stelle, daß durch die Eigeninfektion die Fußkrankheit an völlig grünen Pflanzen ca. drei Wochen nach der Blüte festgestellt wurde. An anderer Stelle berichtet er, daß unverwundete, gesunde Pflanzen nicht durch eine Konidienübertragung infiziert wurden, wohl aber, wenn sie verletzt waren, also eine Wundinfektion vorlag. An Roggenhalmen beobachtete er dann das gemeinsame Vorkommen des Fusariumpilzes mit Milben, durch deren Halmverwundungen dem Pilze die Infektionspforten geschafft würden. — Hieraus aber folgt, daß der Fusariumpilz also nicht die primäre Ursache der Fußkrankeit ist, was von mir behauptet wurde auf Grund von Infektionsversuchen, die ich mit dem aus Ophiobolus- bezw. Fusarium-Myzel (Fusarium rubiginosum) bestehenden Pilzbelag fußkranker Weizenhalme an jungen Weizenpflanzen im Sommer 1912 anstellte und worüber ich seinerzeit berichtete[1]). Übrigens hat schon Krüger[2]) mit den Fusariumsporen des Pilzmyzels fußkranker Weizenhalme Wundinfektionen an Weizenpflanzen erfolgreich vorgenommen. Der für die Fußkrankheit typische graugrüne Belag am Halmgrunde entstand aber nicht, und Ophiobolus-Perithecien traten später ebenfalls nicht auf.

Daß die Infektion von einem Komplex äußerer Bedingungen abhängt, ist bekannt. Wenn jedoch Schaffnit als Ergebnis seiner Kulturversuche auf geschrotenem Getreidekorn, also einem toten Substrat, in bezug auf die Abhängigkeit der Infektion vom Wassergehalt des Substrats die Gesetzmäßigkeiten ableitet, daß die Entwickelung von Fusarium nivale unter normalen Witterungsverhältnissen nur bis zu einem gewissen Entwickelungsstadium möglich sei, da der Wassergehalt des Getreidekorns bis zur Vollreife nach und nach auf ca. 12% abnimmt, und daß ferner das Stadium der Halbreife des Korns mit ca. 35% Wassergehalt für die Pilzinvasion nicht mehr in Betracht komme, da bei diesem Wassergehalt nur noch ein ganz minimales Pilzwachstum stattfinde — so wird hier für die Pilzinfektion totes und lebendes Substrat als gleichwertig betrachtet, was doch nimmermehr angeht. Außerdem sind diese angeblichen „Gesetzmäßigkeiten“ in Wirklichkeit gar nicht vorhanden, da Tau und Regen dem lebenden Substrat genug Feuchtigkeit zuführen,

---

[1]) Voges, Zur Fußkrankheit des Getreides. Deutsch. Landw. Presse, Nr. 71 und 72, 1912.

[2]) Krüger, a. a. O. S. 342.

um eine Pilzinfektion sowohl im Zustande der Blüte, wie der Grün-, Gelb-, Voll- und Totreife des Kornes zu ermöglichen. An einer anderen Stelle seiner Arbeit[1]) sagt denn auch Schaffnit selbst, daß durch anhaltende oder wiederholte Beregnung das Korn soviel Wasser aufnimmt, daß es dem Pilze als Substrat dienen könne. Ebensowenig glücklich ist Schaffnits Unterscheidung zwischen Primär- und Sekundärinfektion. Jene soll die Infektion des noch in der Entwickelung begriffenen Kornes sein, diese die im Stadium der Gelb- bezw. Vollreife. Eine Sekundärinfektion sei in der Regel in bezug auf direkte Beschädigungen des Korns unerheblich, weil dieses in allen seinen Teilen fertig entwickelt wäre. Und der Wassergehalt des Korns sei so gering geworden, daß ein Eindringen des Pilzes in das Innere nicht mehr möglich sei! — Schon G. Gentner[2]) macht dagegen geltend, daß es ihm bei Tausenden von Getreideproben-Untersuchungen auf Fusarium nicht gelang, diese scharfe Trennung von primärer und sekundärer Infektion zu finden. — In der Tat sieht man denn auch Getreideblüten wie Körner in allen Reifestadien vom Fusariumpilz gleich stark befallen. Wo sich dieser einmal eingenistet, da wächst eben sein Myzel von der Infektionsstelle weiter und verbreitet sich von einem Korn zum andern. Damit ist jedoch nicht gesagt, daß jedes Korn der Ähre verpilzt wäre. Daß im Stadium der Gelb- oder Vollreife das Getreidekorn gegen den Fusariumbefall gefeit sein soll, weil bei seinem geringen Wassergehalt der Pilz nicht eindringen könne, so mag das in Zeiten der Dürre wie im Sommer 1911 wohl zutreffen, sonst aber nicht, da schon die Gewitterregen das reife Korn für eine Pilzbesiedelung durchfeuchten.

Wenn dann weiter unser Autor behauptet, daß für die „Primärinfektion", also für den Pilzbefall des unentwickelten Korns, nur F. nivale in Betracht komme, während es im Gelb- und Vollreifestadium auch die Fusariumarten weniger ausgesprochen parasitären Charakters seien, welche die Infektion hervorriefen — so erscheint uns das doch recht unwahrscheinlich. Denn es ist nicht einzusehen, weshalb beispielsweise F. rubiginosum nicht Blüten und Körner in der Milchreife angreifen sollte, sondern nur die Körner in der Gelb- und Vollreife, deren Gewebekörper obendrein von derberer Struktur und daher widerstandsfähiger gegen eine Pilzinfektion ist, als die jugendlichen und zartgewebigen Organe. Umgekehrt sollten jene Fusariumarten für den Pilzbefall der unausgebildeten, jugendlichen Organe gerade in Betracht kommen.

[1]) Schaffnit, a. a. O. S. 77.

[2]) Gentner, Prakt. Bl. f. Pflanzenbau und Pflanzenschutz. Jahrg. 1913, S. 9.

Ebensowenig können wir der Behauptung Schaffnits zustimmen, daß das bis zur Reife völlig durch die Spelzen gegen die Außenatmosphäre abgeschlossene Weizenkorn relativ selten oder doch in unvergleichlich viel geringerem Maße von dem Fusarium befallen ist, als Roggen. Im Sommer 1909 waren im Hildesheimschen die Weizenähren so stark von Fusarium heimgesucht, daß der Landwirt eine erhebliche Ernteeinbuße erlitt. Es war geradezu auffällig, wie massenhaft die weißen Fusariumähren in den Weizenschlägen auftauchten. Die Ähren zeigten sich befallen in allen Stadien der Fruchtausbildung. Bei den unteren Blüten der Ährchen, der Spindel war es noch zu einer Fruchtbildung gekommen, so daß jenes zwei und drei Weizenkörner besaß, wenn schon eingeschrumpft und verpilzt. Die oberen ein oder zwei Blüten gelangten indes nicht zur Fruchtbildung. In ihnen waren der Fruchtknoten und die Staubgefäße von Fusariummyzel durchwuchert, die Spelzen bedeckt mit den ockergelben Fruchtlagern des Pilzes, dessen Art damals nicht sicher festgestellt werden konnte.

Auf die vielseitige Arbeit Schaffnits noch weiter einzugehen, ist nicht meine Absicht.

Referate.

Wollman, E. Recherches sur les microbes amylolytiques de l'intestin. Ann. Inst. Pasteur, **26**, 1912, S. 610—624.

Aus Fäces von Huhn, Kaninchen, Hund, Affe und Menschen wurden nach Anreicherung in 3- bis 3,5prozentiger Stärkelösung (in 0,5prozentiger Kochsalzlösung) zwei Typen stärkelösender Sporenbildner isoliert, die als Glykobacter proteolyticus und peptolyticus bezeichnet werden. Die zuletzt genannte Form erwies sich vorübergehend auch zur Zellulose-Lösung befähigt.

Löhnis.

Burri, R. Tätigkeitsbericht der schweizer. milchwirtschaftlichen und bakteriologischen Anstalt Bern-Liebefeld pro 1911. Landw. Jahrb. d. Schweiz, **26**, 1912, S. 469—491.

Von den verschiedenen, noch nicht anderweit veröffentlichten Versuchsergebnissen erscheinen die folgenden von besonderem Interesse:

Hinsichtlich der antiseptischen Wirkung verschiedener Säuren (gegen B. coli, aërogenes, putrificus, casei ε und Bact. Güntheri) ergab sich, daß nicht die H-Ionen-Konzentration maßgebend ist, sondern, wie es scheint, das Vermögen der Säuren, die Zellwand zu durchdringen. Ungefähr gleich stark wirkten: Salz-, Salpeter-, Ameisen-, Essig-, Propion- und Milchsäure, während Schwefel-, Phosphor-, Zitronen- und Weinsäure sich in geringerem und abnehmendem Grade wirksam erwiesen. Die Reihenfolge der Säuren wurde bei den einzelnen Bakterien ziemlich gleich befunden, doch war die wirksame Konzentration sehr verschieden, z. B. wuchs B. casei noch in $^{n}/_{10}$ Milchsäure, Bact. Güntheri nicht mehr in $^{n}/_{40}$, B. aërogenes vertrug noch eben $^{n}/_{50}$, B. coli wurde schon durch $^{n}/_{75}$ gehemmt und für B. putrificus war sogar $^{n}/_{100}$ Milchsäure zu viel.

Versuche, eiweißabbauende Enzyme bei B. casei ε nachzuweisen, endeten negativ, sollen aber fortgesetzt werden.

In frischer Milch wurde recht häufig eine kleinzellige, anaërobe Sarcina gefunden, deren Verhalten im Käse näher zu prüfen sein wird. Milchkulturen blieben 14 Tage unverändert.

Auf Grund vergleichender Untersuchungen von sog. Güntheri-Stämmen und Mastitis-Streptokokken werden jene bezeichnet als „Streptokokken, bei

denen die Neigung zur Kettenbildung beinahe null ist“ und weiterhin gefolgert: „Heute sind die meisten Forscher der Ansicht, daß zwischen saprophytischen und pathogenen Streptokokken keine scharfe Grenze zu ziehen sei. Auf Grund früherer, eigener Versuche hatten wir den Eindruck gewonnen, daß vielleicht das Verhalten der zwei Gruppen gegen Rohrzucker zu einer Trennung verwendet werden könne. Nun haben diesbezügliche Versuche aber ergeben, daß allerdings sämtliche aus Mastitisfällen gezüchtete Streptokokken den Rohrzucker anzugreifen vermögen, während es unter den Güntheri-Stämmen (die als saprophytische Streptokokken aufzufassen sind) solche gibt, die sich verhalten wie die Mastitis-Streptokokken und solche, die nur Milchzucker, nicht aber Rohrzucker zerlegen.“

Propionsäurebakterien wurden reichlich im Kuhkot gefunden (bei anaërober Züchtung 4—60 Mill. Kolonien insgesamt, davon 2000—20 Mill. Propionsäurebildner pro Gramm); dagegen gelang es nicht, sie in verschiedenen Milchproben nachzuweisen. Diese Frage soll weiter verfolgt werden.

An Käsereifungskulturen wurden 1910 7493, 1911 7332 Flaschen abgegeben. Die Kulturen werden voraussichtlich demnächst in trockener Form geliefert werden können.

Unter Verwendung von Fleischgelatine und Humusagar durchgeführte Keimzählungen ergaben für Wiesenland zwischen 200000 und 4 Millionen pro Gramm schwankende Werte. Die abnorme Trockenheit im Jahre 1911 machte ihren deprimierenden Einfluß deutlich geltend, dagegen war ein Effekt der Düngung nicht wahrnehmbar. Auch eine konstante Überlegenheit des einen oder des anderen Nährbodens war nicht zu bemerken.

Bakteriologische Untersuchungen verschiedener Futtermittel lieferten keine zur Erkennung fehlerhafter Ware verwertbaren Resultate. Löhnis.

Faber, F. C. von. Das erbliche Zusammenleben von Bakterien und tropischen Pflanzen. Jahrb. f. wiss. Bot., **51**, 1912, S. 285—375, m. 3 Tafeln u. 7 Textabb.

Die in den Blattknoten verschiedener tropischer Pflanzen (Pavetta, Ardisia, Spathodea u. a.) lebenden Bakterien finden sich allgemein auch in deren Samen und werden so von Pflanze zu Pflanze übertragen. Im mikroskopischen und kulturellen Verhalten ähneln sie den Leguminosenbakterien, doch wurde nie Beweglichkeit beobachtet. Auch die Befähigung zur Stickstoffbindung erwies sich bei Versuchen mit Reinkulturen derjenigen der Knöllchenbakterien ungefähr gleich ($2^1/_2$—$4^3/_4$ mg N pro Gramm kohlenstoffhaltiger Substanz, spez. Gummi arabicum in Blattabkochung). Versuche mit bakterienhaltigen und bakterienfreien Pflanzen erwiesen deutlich die Bedeutung der Bakterien für die Deckung des Stickstoffbedarfs. Nach einer hier publizierten Mitteilung von Klebs werden die Blätter von Pavetta indica in Britisch-Indien als Dünger benutzt. Löhnis.

Michalowsky, N. P. Einige Bemerkungen anläßlich des Wiener Präparates „Joghurtogen“ und über das Vorkommen des sogenannten „Bacillus bulgaricus“ in Moskauer roher Milch. Ber. bakt. agron. Stat. Moskau, **19**, 1912, S. 131—144 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

Die Prüfung des „Joghurtogen“ endete im wesentlichen negativ. Die in der Gebrauchsanweisung vorgeschriebene Zimmertemperatur ist zu niedrig. Das Präparat enthielt nur wenig Laktobazillen, viel Streptokokken.

Schon bei relativ oberflächlicher Prüfung von 10 Moskauer Marktmilchproben konnten in Übereinstimmung mit Hastings und Hammer u. a. in 9 Fällen kräftig säuernde Laktobazillen nachgewiesen werden. Löhnis.

Koroleff, S. A. Über die Wechselwirkung einiger Milchsäurebakterien bei ihrer gleichzeitigen Entwicklung in der Milch. Ber. bakt.-agron. Station Moskau, **19**, 1912, S. 20—50 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

Es wurde das Verhalten eines Stammes Milchsäurestreptokokken und des sog. Bac. bulgaricus in Milch bei 30° C geprüft. Von jenem wurden stets 3 %, von diesem verschiedene Mengen (von 3 % abwärts bis 0,0003 %) Milchkultur eingeimpft. An Streptokokken gelangten hierbei 39 Millionen, an Laktobazillen bei der stärksten Impfung (3 %) 12 Millionen Keime in 1 ccm Milch. Zur Zeit der Gerinnung, nach 26 Stunden und nach 7 Tagen wurden Keimzahl (in der Thomaschen Zählkammer sowie auf der Platte) und Säuregrad (nach Thörner) ermittelt. In Reinkultur entwickelten sich die Stäbchen langsamer als die Streptokokken. Auch die Maximal-Keimzahlen waren bei den Laktobazillen niedriger, die Säuregrade jedoch höher. In Mischkulturen wurde Bac. bulgaricus unter den angegebenen Versuchsbedingungen durch die Milchsäure-Streptokokken deutlich gehemmt. In der ersten Zeit stimmten die Ergebnisse der mikroskopischen und der kulturellen Zählung nahezu überein. Dagegen wuchs nach 7 Tagen von den Streptokokken fast nichts mehr auf der Platte. Die Laktobazillen erwiesen sich zu dieser Zeit in den keimärmeren Proben noch verhältnismäßig lebenskräftig, während sie in den keimreicheren Kulturen ebenfalls meist abgestorben waren. Löhnis.

Paraschtschuk, S. Biologische Prüfung der Güte der Milch. Ber. über die Tätigkeit der milchwirtschaftl. Unters.-Lab. an der Butter-Börse zu Petersburg f. 1910/11, S. 53 [russisch].

Nach Verf.s Beobachtungen reagieren die verschiedenen Formen von Milchsäurebakterien, wenn sie in sterilisierte Milch eingeimpft werden, mehr oder minder deutlich auf deren jeweilige Beschaffenheit. Benutzt wurden: 1. dänische Streptokokken (aus Rahmreifungs-Trockenkulturen), 2. kleine Diplokokken vom Verf. in Jaroslaw aus Rahm isoliert, 3. Diplokokken vom Güntheri-Typus, 4. russische Streptokokken, gegenüber den dänischen hauptsächlich durch die Neigung zur Bildung relativ großer, verlängerter Doppelformen ausgezeichnet, 5. Bac. bulgaricus (von Prof. Metschnikoff). Sämtliche

fünf Stämme werden in gleichen Mengen (1—2 % Reinkultur) in die zu prüfende sterilisierte Milch übertragen, diese wird bei 32—36° C aufbewahrt und sowohl die Gerinnungszeit wie das mikroskopische Bild festgestellt.

Gute Milch gerinnt nach 5—6 Stunden; es herrschen in ihr die unter 1—3 genannten Formen vor. Milch von mittelguter Beschaffenheit gerinnt ca. 2 Stunden später; die unter 2—4 aufgeführten Bakterien sind am zahlreichsten entwickelt. Noch weniger einwandfreie Milch braucht abermals eine längere Zeit zur Koagulation; hier sind besonders die Kulturen 4 und 5 zu sehen. In schlechter Milch gedeiht allein noch Bac. bulgaricus, und schließlich kommt mitunter so schlechte Milch vor, daß jede Entwicklung ausbleibt. Offenbar kommen irgend welche, das Wachstum der Milchsäurebakterien hemmende Substanzen enzymatischen oder bakteriellen Ursprunges hierbei in Frage. Sehr schlechte Milch unterdrückte sogar dann jedes Wachstum, wenn je 5 % Reinkulturen eingeimpft wurden.

Die mit Hilfe dieser Prüfung als minderwertig diagnostizierte Milch zeigte bei der Verwendung als Kindermilch entschieden ungünstige Eigenschaften, während sich andererseits rasch gerinnende, vorwiegend das Wachstum der dänischen Streptokokken begünstigende Milch vorzüglich bewährte.

A. Kolenew, Omsk.

Salus, G. Untersuchungen zur Hygiene der Kuhmilch. Arch. f. Hyg., **75**, 1912, S. 353—370.

Der Zellgehalt der Milch sowie die Agalaktie und ihre Erreger werden diskutiert und einige Angaben über den Keimgehalt der Milch beigefügt. Hoher Zellgehalt der Marktmilch sei in der Regel durch beigemischte Mastitismilch verursacht. Die Mehrzahl der geprüften Mastitis-Streptokokken erwiesen sich als avirulent (für Mäuse). Eine aseptisch gewonnene Milch (mit 20 bis 420 Keimen pro ccm) enthielt nach dem Passieren eines gewöhnlichen Filtertuches 140 000 Keime pro ccm! Löhnis.

Breed, R. S. Die Wirkung der Zentrifuge und des Separators auf die Verteilung der Zellelemente in der Milch, nebst einer Kritik der zur Bestimmung der Zellenzahl in der Milch verwendeten neuen Methoden. Arch. f. Hyg., **75**, 1912, S. 383—392.

Bei der spontanen Aufrahmung gelangen fast alle Zellelemente in den Rahm. Je rascher zentrifugiert wird, umso höher steigt ihre Zahl im Sediment; bei 8000—9000 Umdrehungen in der Minute werden sie fast vollständig ausgeschleudert. Doch steht die Zahl der Zellen im Sediment in keinem konstanten Verhältnis zur Gesamtzahl. Sowohl die verschiedenen amerikanischen Zählverfahren wie die Trommsdorffsche Schleuderprobe liefern deshalb nicht genaue Resultate; das zuletzt genannte Verfahren ist nur als Schnellmethode empfehlenswert. Zwischen Zellgehalt und Menge des Sediments scheinen keine festen Relationen zu bestehen. Löhnis.

Burri, R. Reinkulturen oder Säuremischung beim Labansatz? Schweiz. Milchztg., 1912, Nr. 58, 60.

In den beiden letzten Jahren war die Nachfrage nach Liebefelder Reinkulturen nicht mehr so lebhaft als vorher, was z. T. auf die neuerdings üblich gewordene Verwendung eines von Dr. Steinegger in den Handel gebrachten Säuregemisches zur Labbereitung zurückgeführt wird. Die vor Jahren von Steinegger und Hohl ausgeführten, dem „Säurelab"-Verfahren zugrunde liegenden Versuche hatten nicht sonderlich günstige Ergebnisse gezeitigt. Neuerdings vom Verf. vorgenommene Vergleiche ließen ebenfalls durchaus keine Überlegenheit der unter Verwendung von Säurelab hergestellten gegenüber den Reinkulturkäsen erkennen. Es wird betont, daß in bezug auf Steineggers Säuregemisch die wissenschaftlichen Grundlagen noch nicht genügend geklärt und Mißerfolge nicht ausgeschlossen sind.

Löhnis.

Barthel, Chr. und Jensen, Orla. Über internationale Methoden zur Beurteilung der Milch. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 417—429.

Zur Gewinnung vergleichbarer Resultate empfehlen Verf. für Keimgehaltsbestimmungen in Milch erneut die Verwendung der von Jensen vorgeschlagenen Gelatine und für die bei 38—39° C anzusetzende Reduktionsprobe die Benutzung der von Blauenfeldt und Tvede in den Handel gebrachten Methylenblau-Tabletten. 219 in Kopenhagen und in Stockholm ausgeführte Prüfungen lieferten folgende Ergebnisse:

Reduktionszeit	Keimzahl in Milch	Keimzahl in Rahm
< 20 Min.	1 500 000 000—8 240 000	133 000 000—7 760 000
20 Min. bis 2 Stdn.	28 620 000—1 960 000	15 370 000—2 830 000
2 Std. bis 5½ Stdn.	11 550 000— 255 000	3 840 000— 125 000
> 5½ Stdn. . . .	3 630 000— 10 000	2 520 000— 90 000.

Danach wurden für Milch und Rahm folgende vier Klassen aufgestellt:

Klasse	I	II	III	IV
Reduktionszeit	> 5½ Stdn.	2—5½ Stdn.	20 Min. bis 2 Stdn.	< 20 Min.
Keimgehalt .	< ½ Million	½—4 Millionen	4—20 Millionen	> 20 Millionen
Qualität . .	gut	mittel	schlecht	sehr schlecht.

Von den Beobachtungsergebnissen fügten sich diesem Schema nicht: bei Milch 23, bei Rahm 0,8% aller Fälle. Zur Erklärung kommen sowohl Ungenauigkeiten der Zählmethode wie ungleiche Reduktionskraft der verschiedenen Arten und Rassen von Milchbakterien in Frage. Es wird gezeigt, daß auch bei demselben Stamm die Reduktionskraft mit der Lebenskraft der Zellen wechselt. Das Ergebnis der (mit der Reduktionsprobe zu kombinierenden) Gärprobe wird nur in Klasse II und III berücksichtigt (z_3, b_2 oder b_3 erniedrigt um eine Klasse). Zeigt die Milch in Klasse I—III schlechten Geruch und Geschmack, so ist sie ebenfalls eine Klasse tiefer einzuschätzen. Pasteurisierte Milch soll sich bei der Reduktionsprobe mindestens 5½ Stunden unverändert halten.

Löhnis.

Rosengren, L. Fr. Untersuchungen nach der Ursache des sog. „Hefegeschmacks“ der Butter. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 321—329.

Der an saures Bier erinnernde, wahrscheinlich mit dem dänischen „käsesauer“ identische „Hefegeschmack“ schwedischer Butter wird auf die vereinte Wirkung von Hefen und Milchsäurebakterien (Streptokokken und Laktobazillen) zurückgeführt. Als häufigste Ursache kommt übermäßige Säuerung des Säureweckers in Betracht. Die Laktobazillen werden hierdurch zur Vorherrschaft gebracht, die ihrerseits das Hefewachstum begünstigen. Mit den Milchsäure-Streptokokken wachsen die Hefen so langsam, daß sie nicht schaden können. Gründliches Waschen der Butter ist wichtig. Löhnis.

Kürsteiner, J. Zur Frage der Behandlung und Verwendung des Käsereisauers. Schweiz. Milchztg., 1912, Nr. 44, Berl. Molk.-Ztg., **22**, 1912, S. 302 bis 303.

Die Bedeutung des Sauers für den Ausfall der Käse ist nicht sehr hoch einzuschätzen. Ein bakteriologisch abnormes Sauer könnte nur durch zufällige Infektionen des Labes usw. nachteilig wirken. Bei der Schottenbereitung gehen wegen der hohen Temperatur der Molken (80° C) die eventuell vorhandenen schädlichen Keime fast restlos zugrunde. Immerhin ist eine normale Beschaffenheit des Sauers wünschenswert; Verwendung des Bodensatzes (der „Sauermutter“) zur Fortpflanzung und gelegentliches „Abbrühen“ (zur Unterdrückung der Blähungserreger) sind hierfür zu empfehlen.

Löhnis.

Hueppe, F. Über Trockenmilch. Centralbl. f. Bakt., I. Abt., Orig., **64**, 1912, S. 34—44.

Bei Versuchen mit Hatmakers Apparat blieben fast nur Sporenbildner erhalten. In großen Mengen ($6^1/_2$ Millionen pro ccm) zugesetzte Prodigiosuskeime wurden sehr stark reduziert (von je 1 Million auf 6); demnach ist auch eine Abtötung der Krankheitserreger mit praktisch ausreichender Sicherheit gewährleistet. Besonders Magermilch sollte mehr getrocknet werden[1]). Löhnis.

Laxa, O. Über nicht schlagbares Obers. Milchw. Zentralbl., **41**, 1912, S. 369—373.

An Fluoreszenten reicher Rahm war nicht als Schlagsahne zu gebrauchen. Die isolierte Kultur erhöhte zwar die Viskosität, veränderte aber wahrscheinlich die innere Struktur der Kolloide derart, daß die Schlagbarkeit schwand. Auch schwer zu verbutternder Rahm war reich an Fluoreszenten. Die betreffende Rasse war ziemlich azidotolerant; Ansäuern des Rahmes beseitigte deshalb den Fehler ebensowenig wie dies (wegen Kryophilie der Fluoreszenten) Abkühlung tat. Dagegen erwies sich Pasteurisation als sehr erfolgreich.

Löhnis.

[1]) Anm. d. Red. Vergl. auch Kossowicz, Zeitschr. f. d. landw. Versuchswesen in Österreich, Bd. 11, 1908, S. 719 und Bd. 15, 1912, S. 737.

Budinoff, L. Einige Daten zur chemischen Zusammensetzung des Emmentaler und des russischen Schweizerkäses. Ber. bakt.-agron. Stat. Moskau. **19**, 1912, S. 199—220 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

In Bestätigung seiner früheren bakteriologischen Befunde konnte Verf. jetzt auch den Nachweis erbringen, daß die chemische Zusammensetzung beider Käsesorten fast die gleiche ist. Nur die Zahlen für den Amidstickstoff waren bei den russischen Käsen etwas niedriger, für Ammoniakstickstoff ein wenig höher. Löhnis.

Burr, A., Wolff, A. und Berberich, F. M. Das Pergamentpapier des Handels. Chemische und mykologische Untersuchungen. Zeitschr. f. Unters. d. Nahrungs- und Genußmittel, **24**, 1912, S. 197—227.

Die biologische Prüfung der Papierproben wurde in der Weise ausgeführt, daß die Proben in sterile Petrischalen eingelegt und 1. mit sterilem Wasser, 2. mit sterilen Molken, 3. mit sterilem Buttermilchserum befeuchtet wurden. Zuckerreiche Papiere (rund 43 % von 58 Proben enthielten mehr als 10 % Zucker!) ließen schon im ersten Falle reichliches Schimmelwachstum erkennen, zuckerfreie Proben ergaben dagegen auch in der zweiten und dritten Versuchsreihe nur mäßige Entwicklung. Am häufigsten entwickelten sich Penicillium glaucum und olivaceum sowie ein roter Pilz, weniger häufig Mucor- und Aspergillus-Arten, selten Hefen.

Für das Verschimmeln der Butter ist naturgemäß auch deren Beschaffenheit von Einfluß. Gesalzene Butter mit normalem Feuchtigkeitsgehalt stellt keinen günstigen Nährboden für Pilze dar; doch schimmelt auch sie in zuckerreichen Papieren. Vorheriges Behandeln des Papieres mit heißem Wasser und danach mit kalter Salzlösung ist sehr empfehlenswert, doch sollte allgemein der Zuckergehalt des Pergamentpapiers 10 % nicht übersteigen. In Schweden ist für Exportbutter die Verwendung zuckerfreien Papieres obligatorisch. Demgemäß ist die Qualität der schwedischen Papiere viel besser als die der meisten deutschen Sorten. Löhnis.

Eichinger, A. Über Leguminosenanbau und Impfversuche. Der Pflanzer. 8, 1912, S. 190—219.

In gewissen ostafrikanischen Erden (roter Verwitterungslehm) unterblieb auch bei Verwendung von sonst gut wirksamen Impfkulturen aus noch nicht aufgeklärter Ursache die Knöllchenbildung mehr oder minder vollständig. Superphosphat-Düngung wirkte ein wenig, Mischung mit schwarzer Urwalderde sehr fördernd; dagegen erwiesen sich Stickstoff und Kalk als nachteilig. Die „Beibakterien“ (Azotobacter) in Hiltners Kulturen gaben keinen nennenswerten Erfolg. Löhnis.

Barthel, Chr. und Rhodin, S. Eine biologische Methode zur Konservierung des Stalldüngers. Deutsche landw. Presse, **39**, 1912, S. 583—584, 597—598.

Die Fortsetzung früherer Versuche bestätigte, daß durch Zusatz von 0,25—0,5 % Milchzucker (= 4 Liter Molken pro Tier und Tag) eine ansehn-

liche Stickstoff-, speziell Ammoniakkonservierung möglich ist. Gewichtsverluste und Wärmeproduktion, ebenso die Entwicklung der auf Fleischgelatine wachsenden Bakterien waren im nicht behandelten und im behandelten Dünger gleich. Dieser war aber bedeutend reicher an Milchsäurebakterien und wirkte in mehrjährigen Düngungsversuchen wesentlich günstiger. Bei einem Molkenpreis von ca. $^1/_2$ Pfennig pro Liter ist das Verfahren sehr rentabel. Löhnis.

Tottingham, W. E. Der Einfluß von Bakterien auf den löslichen Phosphor im Dünger. Chemikerztg., **36**, 1912, S. 873.

Bei der Lagerung des Düngers ging der Gehalt an löslichem Phosphor stets zurück. In einem mit Phosphat versetzten Düngergemisch wurden 24 bis 64 $^0/_0$ des Phosphors durch Mikroorganismen assimiliert. Von dem in den Bakterienzellen vorhandenen Phosphor wurden 34—53 $^0/_0$ als wasserlöslich befunden. Löhnis.

Burri, R. Die Beziehungen des Luftsauerstoffs zur Harnstoffgärung. Chemikerztg., **36**, 1912, S. 841.

Von fünf aus Erde und Gülle isolierten Harnstoffbakterien erwies sich zwar nur eine Art befähigt, unter exklusiv anaëroben Bedingungen zu wachsen und kräftig Ammoniak zu bilden, doch wird angenommen, daß sich jedenfalls immer genügend anaërob zersetzende Keime vorfinden werden, so daß auch unter Luftabschluß eine normale Güllereifung gewährleistet ist. Löhnis.

Fousek, A. Über die Rolle der Streptotricheen im Boden. Mitt. d. Hochschule f. Bodenkultur Wien, **1**, 1912, S. 217—244.

Die beiden häufigsten Arten Streptothrix chromogena und alba wurden hinsichtlich ihres Vorkommens und ihrer Tätigkeit im Boden eingehend studiert. Der auf sie entfallende (auf Gelatineplatten ermittelte) Anteil an der Gesamtkeimzahl schwankte je nach Bodenart und Jahreszeit zwischen rund 10 und 30 $^0/_0$; Waldböden lieferten die höchsten Werte. Wurzeln mit absterbenden Zellpartien, in Zersetzung begriffene Getreidestoppeln sowie faulende Blätter sind die bevorzugten Standorte. Aus Pepton und Blutmehl wurden reichliche Ammoniakmengen abgespalten; Harnstoff und Harnsäure dienten ebenso wie Nitrate und Ammonsalze als N-Quelle. Der C-Bedarf konnte außer durch verschiedene Zuckerarten auch durch Stärke und Zellulose gedeckt werden. Mit gemahlenem Stroh vermischte sterilisierte Erde nahm ebenso wie die Strohreste unter der Einwirkung der Aktinomyceten eine dunklere Farbe an, der Gehalt an löslichen Humusstoffen stieg, desgleichen war eine lebhafte Ammoniakbildung zu konstatieren. In je 100 g Erde wurden an Ammon-N in Milligramm gefunden:

sterile Erde		geimpfte Erde	
ohne Stroh	mit Stroh	ohne Stroh	mit Stroh
1,63—1,82	1,53—1,79	6,95—8,26	16,42—18,04

N-Bindungs-Versuche lieferten keine positiven Resultate. In Vegetationsversuchen wirkte bei Gramineen, Cruciferen und Leguminosen eine Impfung mit Streptotricheen entschieden günstig, namentlich wurde auch die Knöllchenbildung gefördert. Löhnis.

Pfeiffer, Th. und Blanck, E. Der Einfluß einer Zuckergabe auf die Ertragsfähigkeit eines Bodens. Mitteil. landw. Instit. Breslau, **6**, 1912, S. 601—612.

Zucker-Düngungs-Parzellen-Versuche ergaben im ersten Jahre geringe Minder-, im zweiten Jahre geringe Mehrerträge. Obwohl die Versuche nur mit einer Substanz auf einem Boden durchgeführt wurden und sie in bezug auf die Genauigkeit der Ergebnisse ziemlich viel zu wünschen übrig lassen, wird gleichwohl in bekannter Weise daraus gefolgert: „Es liegt auf der Hand, daß unsere Versuche abermals der Zuckerdüngung oder allgemein gesagt (!), der Anwendung organischer Substanzen nicht die Bedeutung beizumessen gestatten, die ihr vielfach zugesprochen wird." Löhnis.

Boullanger, E. et Dugardin, M. Mécanisme de l'action fertilisante du soufre. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 327—329.

Schwache Beigaben von Schwefelblüte förderten die Ammoniakbildung aus Pepton und Blutmehl sehr deutlich; auch die Nitrifikation wurde in Erde erhöht, während der Vorrat an Gesamtstickstoff unverändert blieb. Auf eine ertragsteigernde Wirkung des Schwefels ist also nur bei ausgiebiger Düngung zu rechnen. Löhnis.

Nitsche, P. Die Stickstoffquellen der Landwirtschaft und die Verwertung der Sulfitabfallauge. Zeitschr. f. angew. Chemie, **25**, 1912, S. 2058—2061.

Es wurde mit gutem Erfolge versucht, stickstoffbindende Bakterien auf durch Kalkzusatz schwach alkalisch gemachter Ablauge der Sulfitzellulosefabrikation zu züchten. Über längere Zeit fortgesetzte Stickstoffbindungs-Experimente sowie über Düngungsversuche mit getrockneter Ablauge soll nächstens berichtet werden. Verf. hofft, daß der Landwirtschaft durch ein zum Patent angemeldetes Verfahren eine neue, billige Stickstoffquelle erschlossen und zugleich der betreffende Teil der Abwasserfrage gelöst werde.

In einer a. a. O. S. 2348 veröffentlichten Bemerkung zu dieser Arbeit bestätigt Dr. H. Nördlinger, Chemische Fabrik Flörsheim, des Verf.s Beobachtungen. Eigene, bereits 1910 durchgeführte Versuche führten Nördlinger zur Ausarbeitung eines analogen Verfahrens, auf das ihm bereits im Frühjahr 1912 die D. R. P. 237583 und 247119 erteilt worden sind. Löhnis.

Budinoff, L. Bakteriologische Analysen verschiedener Bakterienpräparate zur Bodenimpfung. Ber. bakt.-agron. Stat. Moskau, **19**, 1912, S. 67 bis 103 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

Die flüssigen Kulturen des U. S. Department of Agriculture enthielten pro Kubikzentimeter 25—129 Millionen von auf Bohnenagar wachsenden

Keimen, die im wesentlichen eine Reinkultur von Knöllchenbakterien darstellten. Die nach dem beigegebenen Rezept bereitete Nährlösung erwies sich als für die Anreicherung dieser Organismen sehr geeignet.

Azotogen enthielt ca. 50 % Knöllchenbakterien; auf Bohnenagar erwuchsen 25—256 Millionen Kolonien pro Gramm. Nitragin von Kühn, Nitrobacterine von Bottomley und Nitroculture von Moore waren relativ keimarm; Knöllchenbakterien fehlten ganz. Löhnis.

Severin, S. A. Ein kollektiver Prüfungsversuch von Bakterien-Präparaten zur Bodenimpfung. Ber. bakt.-agron. Stat. Moskau, **19**, 1912, S. 104—130 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

Die Station führte in Gemeinschaft mit einer größeren Zahl russischer Versuchsstationen dreijährige Impfversuche in Gefäßen und auf dem Felde aus. Geprüft wurden: flüssiges und trockenes „Nitragin" der Moskauer Station, Nitroculture von Moore, flüssige Kulturen des U. S. Department of Agriculture und Nitrobacterine von Bottomley. Das zuletzt genannte Präparat wurde außer bei Leguminosen auch in seinem Verhalten zu Gerste, Mais und Baumwolle geprüft. Die erlangten Resultate sind ziemlich überraschend, insofern bei den Gefäßversuchen gar keine Wirkung der verschiedenen Impfstoffe zu konstatieren war, dagegen auf dem Felde in 53 % aller Fälle Ertragssteigerungen verzeichnet wurden (flüssige amerikanische Kulturen 75 %, trockenes Moskauer Nitragin 64 %, Nitroculture 60 %, flüssiges Moskauer Nitragin 57 %, Nitrobacterine 47 %). Löhnis.

Wojtkiewicz, A. und Kolenew, A. Eine bakteriologische Bodenanalyse. Ber. bakt.-agron. Stat. Moskau, **19**, 1912, S. 145—198 [russ. m. deutsch. Zusammenfassung].

Eine größere Zahl von Erdproben aus dem südlichen Teil des Gouvernements Samara wurden hinsichtlich ihrer Keimzahl (mit Hilfe der Plattenmethode) sowie im Umsetzungsversuch (Pepton-, Harnstoff-, Salpeter- sowie Zucker-Zersetzung, Salpeter-Bildung und Stickstoffixierung) einer vergleichenden Prüfung unterzogen. Die Keimzahlen stellten sich pro Gramm feuchte Erde:

	in Salzböden	Halbwüste	Limanboden
auf	700000—20000000	700000—1650000	320000—1600000

Die Ergebnisse der Umsetzungsversuche befriedigten wenig. Nur die bei Zimmertemperatur gehaltenen Stickstoffbindungsversuche in Mannitlösung ergaben deutliche Unterschiede für kultiviertes und für nicht bearbeitetes Land. Die übrigen Versuche lieferten in allen Fällen fast die gleichen Werte. Wie es scheint, handelt es sich um die zur Beurteilung allerdings nicht brauchbaren Endzahlen: da die Experimente (aus nicht erkennbarem Grunde) bei 30° C angestellt wurden, kann der unerwünscht rasche Ablauf der verschiedenen Umsetzungen kaum überraschen. Löhnis.

Mockeridge, Fl. A. Some conditions influencing the fixation of nitrogen by Azotobacter and the growth of the organism. Ann. of Botany, **26**, 1912, S. 871—887.

Am besten bewährte sich folgende Modifikation der von Bottomley zur Azotobacter-Kultur benutzten Nährlösung: 1000 aq. dest., 10 Mannit, 2 K_2HPO_4, 0,2 $MgSO_4$, 2—4 Thomasmehl. Pro Gramm Mannit wurde in 7 Tagen bei 28° C 12 mg Stickstoff fixiert. Die höchsten Gewinne (bis 14 mg) wurden in mit der angegebenen Nährlösung getränkten Sandkulturen erzielt. Natronsalze wirkten ungünstig. Mit dem Alter der Kulturen sank die Stickstoffbindungs-Fähigkeit. Löhnis.

Esten, W. M. and Mason, C. J. Silage fermentation. Connecticut Storrs Stat. Bull., **70**, 1912, 40 S., m. 3 Fig.

Fünfjährige Temperatur-Beobachtungen lehrten in Übereinstimmung mit speziellen Versuchen, daß als Optimaltemperaturen diejenigen zwischen 75—85° F (25—30° C) anzusehen sind. Die in diesem Falle einsetzende rasche Säuerung unterdrückt die unerwünschten Organismen vollkommener als dies bei 65—70° F der Fall ist. Unterhalb 65° F entsteht ein minderwertiges Material. Andererseits sind Temperaturen über 100° F (38° C) nach der Ansicht der Verff., die hierin von den älteren Theorien über den Silage-Prozeß grundsätzlich abweichen, gleichbedeutend mit „silage destruction and not silage formation". Die Kurven der Erwärmung und des Bakterien-Wachstums gingen ziemlich parallel. Die Säurebildner wechselten von Jahr zu Jahr. Im Durchschnitt stellte sich die Azidität auf 1 % (vom Gesamtgewicht). Milchsäure und Essigsäure herrschten vor; auch Bernsteinsäure war vorhanden. Im Saft konnten wenigstens 7 Hefen nachgewiesen werden.

Alle Futterstoffe können ensiliert werden, vorausgesetzt, daß genügend Zucker zu ausreichender Säurebildung vorhanden ist. Runde Holzsilos sind solchen von Stein oder Zement vorzuziehen, da diese die Wärme zu rasch ableiten. Löhnis.

1. **Lipman, J. G., Blair, A. W., Owen, J. L. and MacLean, H. C. The availability of nitrogenous materials as measured by ammonification.** New Jersey Agric. Exp. Stat., Bull. **246** 1912, 36 S.
2. — — — — **Experiments on ammonia formation in the presence of carbohydrates and of other non-nitrogenous organic matter.** Bull. **247**, 1912, 22 S.
3. — — — — **Experiments relating to the possible influence of Protozoa on ammonification in the soil.** Bull. **248**, 1912, 19 S.
4. — — — — **Conditions affecting the availability of nitrogen compounds in vegetation experiments.** Bull. **249**, 1912, 23 S.
5. — — — — **Miscellaneous vegetation experiments.** Bull. **250**, 1912, 19 S.

Zu 1. In Fortsetzung früherer Versuche wurde eine große Zahl verschiedener Proben organischer Handelsdünger (Blutmehl, Fischmehl, Tankage

usw.) im Erd-Umsetzungsversuch in bezug auf die Intensität der Ammoniakbildung geprüft. Hoch- und niedrigwertige Sorten konnten hierbei erkannt werden, dagegen ließ die Übereinstimmung zwischen diesen Ergebnissen und denjenigen der in der vierten Arbeit besprochenen Gefäß-Düngungsversuche recht viel zu wünschen übrig. Zugaben von $NaNO_3$ förderten die Ammoniakbildung. $(NH_4)_2SO_4$ wirkte hemmend. $CuSO_4$, $ZnSO_4$ und $MnSO_4$ ließen keinen deutlichen Einfluß erkennen. $FeSO_4$ und $CaSO_4$ begünstigte die Ammoniakbildung aus Blutmehl, nicht dagegen aus Baumwollsaatmehl. Kuh- und Pferdedünger-Aufschwemmungen (1—5 ccm pro 100 g Erde) setzten die Ammoniakzahl herab.

Zu 2. Durch Beigabe geringer Mengen (bis 0,5 $^0/_0$) Stärke und Saccharose wurde die Ammoniakbildung verstärkt, während größere Quantitäten (2 $^0/_0$ und mehr) Dextrose, Saccharose, Laktose, Maltose, Mannit, Weizenmehl usw. zu Depressionen der Ammoniakzahlen führten. Kalkzusatz wirkte dem nicht entgegen. Es handelt sich also nicht um Säurebildung, sondern jedenfalls um Ammonassimilation.

Zu 3. Mit nicht erhitzten bezw. mit filtrierten oder mit pasteurisierten Erdextrakten sowie mit erhitzten und nicht erhitzten (augenscheinlich gesunden) Erden angestellte Versuche lieferten Resultate, die mit den von E. J. Russell und dessen Mitarbeitern (für müde Böden) erlangten Befunde nicht übereinstimmten resp. nicht für die (für müde Böden) aufgestellte Protozoen-Theorie verwertbar sind.

Zu 4. Dextrose-Zusatz wirkte im Vegetationsversuch auf die Salpeter-, Ammonsulfat- und Blutmehl-Wirkung stets deutlich deprimierend. Im übrigen entsprach die Stickstoffwirkung oft nicht der mit Hilfe des Erdversuches ermittelten Ammoniakzahl (vergl. zu 1). Die Ausnutzung des Humus-Stickstoffs wurde durch Beimischung von Sand zu Lehm merklich verstärkt.

Zu 5. Von den verschiedenen Vegetations-Versuchen verdient hervorgehoben zu werden, daß in Übereinstimmung mit früheren Befunden J. Lipmans eine Azotobacter-Impfung nie günstig, sondern vielmehr ausgesprochen nachteilig wirkte. Löhnis.

Russell, E. J. and Golding, J. Investigations on „sickness“ in soil. I. Sewage sickness. Journ. Agric. Science, 5, 1912, S. 27—47.

Die verminderte Ertragsfähigkeit des Bodens der Kegworth Sewage Farm erwies sich als bedingt durch Verschlechterung von dessen physikalischen und mikrobiellen Eigenschaften. Die Wasser-Durchlässigkeit war herabgesetzt, der Bakteriengehalt relativ niedrig, der Algen- und Protozoen-Gehalt dagegen hoch. Durch Behandlung der Erde mit Toluol oder Schwefelkohlenstoff wurden die Protozoen zum Absterben gebracht; die Bakterienzahl hob sich von 20—30 auf 100—400 Millionen pro Gramm Boden. Da die „Müdigkeit“ nur durch die Erde selbst, nicht durch das filtrierte Extrakt übertragen werden konnte, können schon aus diesem Grunde, ganz abgesehen

von anderen Momenten, Toxine als Ursache der betreffenden Erscheinungen nicht in Frage kommen. Dagegen sprechen sämtliche Beobachtungen sehr für die Annahme, daß das Überhandnehmen der Protozoen als wichtigster Faktor in Rechnung zu stellen ist. Größere Versuche mit Toluol-Behandlung des Bodens sprachen gleichfalls für die praktische Brauchbarkeit des Verfahrens. Löhnis.

Weber, G. G. A. Die Einwirkung der Kälte auf die Mikroorganismen und ihre Tätigkeit im Boden. Diss. phil. Jena 1912, 88 S.

Sieben Böden differenter Beschaffenheit wurden in bezug auf Keimgehalt, Nitrifikation und Denitrifikation geprüft, nachdem sie längere Zeit verschieden stark durchfeuchtet aufbewahrt und z. T. einer 14tägigen „Erkältung" auf — 10 bis — 20° C ausgesetzt worden waren. Die Keimzählungen wurden auf Agarplatten durchgeführt, die Umsetzungsversuche in Lösungen und in Erde.

Die Resultate sind nur im Auszuge mitgeteilt; z. T. sind sie nicht wenig überraschend. Die Nitrifikation war z. B. in mit Wasser übersättigter Erde lebhafter als dann, wenn der Feuchtigkeitsgrad des Bodens reichlich 50 % von dessen Wasserkapazität entsprach. Nicht nur die Denitrifikations- sondern auch die Nitrifikations-Versuche in Lösungen wurden in relativ hoher Schicht durchgeführt (für die Nitrifikation 100 ccm in 450 ccm-Erlenmeyerkolben). Da die hierbei (unter mehr oder minder weitgehendem Luftabschluß) erlangten Resultate z. T. andere sind als die für die (weit stärker durchlüfteten) Erdproben ermittelten, so ist nach Verf.s Meinung der Erdversuch „das einzig Richtige". Soweit die mitgeteilten Befunde einen einigermaßen sicheren Schluß zulassen, ergibt sich, daß die Keimzahl durch den Frost sehr und die Denitrifikation wenig gefördert wird, während die Nitrifikation eine geringe Depression erfuhr. Löhnis.

Dvořák, J. Studien über die Stickstoffanhäufung im Boden durch Mikroorganismen. Zeitschr. f. d. landw. Vers.-Wesen in Österreich, **15**, 1912, S. 1077—1121.

Wurden einer aus 1000 ccm Moldauwasser + 1 g K_2HPO_4 + 1 g $CaCO_3$ bereiteten Nährlösung auf je 250 ccm 10 g verschiedener C-Quellen hinzugefügt, so ergaben sich bei Impfung mit einer Azotobacterreinkultur nach vierwöchiger Versuchsdauer bei 28° C folgende Zunahmen an gebundenem Stickstoff in mg pro 100 g Kohlenstoff.

Fichtennadeln	57,3	Weizenstroh	325,4
Ahornblätter	89,5	Roggenstoppeln	596,8
Eichenlaub	126,9	Lupine	711,5
Maisstroh	280,3	Klee	1237,9
Luzerne	319,5	Glukose	1456,5

An Kohlenstoff wurden bei mäßiger Lüftung während 21 Tagen folgende prozentische Mengen in Kohlensäure übergeführt, wenn je 10 g Kohlenstoff mit 500 g gewöhnlicher, keimhaltiger Erde vermischt wurden:

Rotklee	59,69	Eichenlaub	17,70
Glukose	42,14	Weizenstroh	14,54
Stärke	29,00	Zellulose	11,77
Lävulose	27,22		

Auch die „biologische Absorption", d. h. die Assimilation von Ammon- und Nitratstickstoff wurde in verschiedenen Erden nach der von Stoklasa angegebenen Methode untersucht. Der Stickstoff des Kalksalpeters wurde weniger absorbiert und assimiliert als derjenige des Natronnitrates; im übrigen bringen die betreffenden Zahlen nichts prinzipiell Neues.

Löhnis.

Scheffler, W. Bakteriologisch-chemische Untersuchungen über den Stalldünger, speziell über den Einfluß verschiedener Konservierungsmittel auf die Bakterienflora und die Gärungsvorgänge. Nebst Einleitung von O. Lemmermann. Landw. Jahrb., **42**, 1912, S. 429—547.

Kuhdünger wurde mit Gips, verschiedenen Mengen Schwefelsäure bezw. Kalk versetzt und 9—26 Wochen in Steingutgefäßen aufbewahrt. Gelatineplattenkulturen sowie Agarkulturen in hoher Schicht dienten zur Feststellung von Zahl und Art der Düngerorganismen. Die schwächste Verdünnung war nur $^1/_{500000}$, gezählt wurde schon nach 3 Tagen bei Zimmertemperatur, die Zahlen haben mithin nur einigen relativen Wert. Im frischen Dünger wurden 93 Millionen Keime pro g ermittelt, weiterhin resultierten folgende Befunde:

Dünger	ohne Zusatz	mit Gips	Schwefelsäure			Kalk	
			0,4 %	0,8 %	1,2 %	1 %	3 %
nach 9 Wochen	177000000	—	336000000	—	—	580000000	230000
„ 18 „	250000000	4000000	74000000	13000000	176000	2500000	53000000
„ 26 „	5500000	209700	1500000	48000000	4650	5000000	1300000

Im Anfang dominierten Streptokokken, Koliformen und gelbe Kurzstäbchen, später aërobe und anaërobe Sporenbildner, Fluoreszenten, Vertreter der Typhoidesgruppe sowie Sproß- und Schimmelpilze, die speziell durch Schwefeliäure und Kalk begünstigt wurden. Die isolierten 112 Stämme sind (unvollständig) beschrieben, eine ansehnliche Zahl „neuer Arten" wurde aufgestellt, darunter 13 „Bact. ureae" sowie ein „Bact. denitrificans Sch.". Die Reinkulturen wurden in Harnstoff-, Pepton-, Fibrin- und Glykokolllösung sowie in Salpeterlösung geimpft und dabei unter anderem (angeblich) festgestellt, daß nicht weniger als 21 Arten aus Fibrin salpetrige und Salpetersäure bildeten. Die Abnahmen an Trockensubstanz und Gesamtstickstoff waren in den verschieden behandelten Düngerproben ziemlich gleich. Verf. versucht, zwischen den Ergebnissen der chemischen Düngeranalyse und den Resultaten seiner bakteriologischen Untersuchungen gewisse Beziehungen aufzufinden. Schließlich wurden kleine Düngermengen (je 1 g) in Erlen-

meyerkolben mit wenig Wasser übergossen, nach erfolgter Sterilisation mit verschiedenen Reinkulturen geimpft und nach Verlauf von 8 Wochen festgestellt, daß **14** Kolben einen Stickstoffverlust von 1,92—36,54 % zeigten, **23** dagegen eine Zunahme um 5,77—37,18 %. Parallelversuche fehlen; die „Zunahmen" vermag Verf. nicht zu erklären, dagegen ist es nach seiner Ansicht durch diese Versuche „mit unzweifelhafter Gewißheit festgestellt, daß die gewöhnlichen Mikroorganismen des Düngers Stickstoffverluste veranlassen können", weiter: „daß eine Verrottung des Stalldüngers ohne Stickstoffverluste nicht denkbar ist, mithin, daß der Verrottungsprozeß durch den Verlust an Stickstoff gekennzeichnet ist". (Mit größerer Berechtigung [23 : 14] müßten jedoch Stickstoff-„Zunahmen" erwartet werden.) Löhnis.

Stewart, R. and Greaves, J. E. The production and movement of nitric nitrogen in soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 115—147.

Mäßige Bewässerung förderte sowohl die Nitrifikation wie die Stickstoffbindung (durch Knöllchenbakterien). Nach der Höhe des Nitratgehaltes folgen einander: Brache, Kartoffel-, Mais-, Hafer- und Luzerne-Land. Bei Berücksichtigung des Stickstoffgehalts der Ernteprodukte ergaben sich jedoch für die bestellten Parzellen höhere Werte als für die Brache. Ein direkter Zusammenhang zwischen Jahreswitterung und Nitratgehalt der Erde war nicht erkennbar. Im Herbst war mehr Salpeter vorhanden als im Frühjahr infolge Versickerung während des Winters. Löhnis.

Brown, P. E. Some bacteriological effects of liming. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 148—172.

Kalkung vermehrte Keimzahl, Ammoniakbildung (aus Pepton, Blut- und Baumwollsaatmehl), Nitrifikation (von Blutmehl und Ammonsulfat), Stickstoffbindung und die Stickstoffernten bei Topfversuchen mit Hafer. Die Angaben über die Versuchsanordnung sind z. T. sehr unvollständig.

Löhnis.

Temple, J. C. The influence of stall manure upon the bacterial flora of the soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 204—223.

Stallmist-Düngung erhöhte den Keimgehalt des Bodens deutlich und anhaltend, und zwar wirkte das sterilisierte Material hierbei ebenso wie das keimhaltige. Ähnlich verhielt es sich in bezug auf die Ammoniakbildung. Dagegen kamen für die gleichfalls konstatierte Steigerung der Nitrifikation auch die im Dünger selbst vorhandenen Salpeterbakterien in Betracht.

Löhnis.

Greig-Smith. The determination of Rhizobium in the soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 227—229.

Zum Nachweis der als Rhizobium leguminosarum angesprochenen (aber wohl eher mit Bact. radiobacter Beijck. zu identifizierenden) Organismen

diente folgendes Agar: 100 Leitungswasser, 2 Agar, 2 Lävulose, 0,06 Asparagin, 0,1 Natriumzitrat, 0,1 Kaliumzitrat. Auch Azotobacter kam auf den Platten, bei deren Anfertigung etwas Na_2CO_3 beizufügen ist, zu mäßiger Entwicklung; seine Bedeutung wird hiernach gegenüber derjenigen der „Rhizobien“ nur relativ gering eingeschätzt. Die Zahl dieser Organismen betrug pro Gramm Erde durchschnittlich $1^3/_4$, im Höchstfalle $5^1/_2$ Millionen, die Stickstoffbindung 3—5,6 mg pro 100 ccm. Die Annahme, daß die älteren, vom Ref. ausgeführten Zählungen deshalb zu niedrige Werte geliefert hätten, weil in diesem Falle mit Lösungen gearbeitet wurde, ist durch die im vorigen Jahre von Millard veröffentlichten Befunde bereits als nicht zutreffend erwiesen worden. Löhnis.

Stevens, F. L. and Withers, W. A. Studies in soil bacteriology. V. The nitrifying and ammonifying powers of North Carolina soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 187—203.

Nach früheren Untersuchungen der Verf. wären in Nord-Carolina nicht nitrifizierende Böden sehr häufig. Von Kellerman und Robinson erhobene Befunde standen nicht im Einklang mit dieser Annahme. Prüfungen der früher benutzten Methoden führten Verf. jetzt dahin, daß „it was thought best, to set aside all the zeros for nitrites and nitrates for the 1909 samples“ (!) Die neuen Untersuchungen ergaben nun für 98,9 % der Erdproben Anwesenheit nitrifizierender Organismen. Ein Zusammenhang zwischen der Qualität der Böden und den von den Verf. ermittelten Ammonifikations- und Nitrifikationswerten war aber auch in diesen Fällen nicht erkennbar. Versuche in Lösungen lieferten wiederum unbefriedigende Resultate; wie hierbei verfahren wurde, wird indessen auch in dieser V. Mitteilung noch nicht angegeben. Löhnis.

Mann, H. H., Joshi, N. V. and Kanitkar, N. V. The „Rab“ System of rice cultivation in Western India. Mem. Dept. Agric. India, Chem. Ser., **2**, 1912, S. 141—191.

Das Verfahren beruht darin, auf dem zur Reissaat bestimmten Lande Kuhdünger, Baumzweige, Stroh, trockenes Gras usw. zu verbrennen; trotzdem es umständlich und kostspielig ist, wird es doch als sehr wirksam beibehalten. Die eingehenden Untersuchungen der Verf. erweisen, daß der hierbei erzielten Erhitzung des Bodens (während $1^1/_2$—2 Stunden bis ein Zoll Tiefe 85—110° C) ca. 60 % des Gesamterfolges zuzuschreiben sind. Am günstigsten wirkt die Erhitzung kurz vor der Saat, erfolgt diese erst nach 6 Wochen, so ist der Effekt nur gering, nach 3 Monaten ist er überhaupt nicht mehr wahrnehmbar. Die Keimung wird nicht beschleunigt, desgleichen wirkt das Extrakt aus der behandelten Erde nur wenig fördernd. Die Hauptursache der Ertragssteigerung scheint auch hier in der Abtötung zahlreicher Erdorganismen gegeben zu sein. Die Sauerstoffabsorption wurde auf $^1/_5$ herabgesetzt, nach 6 Wochen war sie dagegen bis um 50 % erhöht. Löhnis.

Kellermann, K. F. and Mc Beth, J. G. The fermentation of cellulose. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 485—494 m. 2 Tafeln.

Da nach den von Omelianski und van Iterson angegebenen Methoden keine Reinkulturen erhalten werden konnten, wurde nebeneinander Zellulose-, Stärke-, Kartoffel- und Dextroseagar benutzt. Namentlich das Zelluloseagar, dessen Bereitungsweise im Original nachzusehen ist, bewährte sich sehr gut. Nach Omelianskis Rezept angesetzte Versuche lieferten zwei Zellulosezersetzer, die indessen mit den Methan- und Wasserstoffbazillen des genannten Autors durchaus nicht übereinstimmten. Die genauere Untersuchung der Originalkulturen Omelianskis lieferte das überraschende Resultat, daß die Wasserstoffbazillenkultur aus zwei Zellulosezersetzern und fünf Begleitbakterien, die Methanbazillenkultur aus einem Zellulosezersetzer und zwei Begleitern bestand. Zudem zersetzten diese drei auch auf Fleischnährböden wachsenden Reinkulturen die Zellulose sehr rasch unter aëroben Bedingungen. Sie werden als Bacillus flavigena, amylolyticus[1]) und rossica ausführlich beschrieben. Keine dieser drei Arten bildet bei der Zellulosezersetzung Gas; diese weitere Fermentation ist das Werk der Begleitbakterien. Mit anderem Ausgangsmaterial eingeleitete Versuchsreihen lieferten 11 fakultativ anaërobe Bakterien, welche die Zellulose rasch aërob zersetzten, sowie 75 zelluloselösende Pilze, vornehmlich den Gattungen Penicillium, Fusarium, Aspergillus und Sporotrichum angehörend. Eine der Bakterienarten ist thermophil. Löhnis.

Brown, P. E. and Smith, R. E. Bacterial activities in frozen soil. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **34**, 1912, S. 369—385.

Verf. bestätigen H. J. Conns Befunde, denen zufolge die in Gußkulturen ermittelte Keimzahl bei länger anhaltendem, mäßigem Froste, bei dem die Bodenflüssigkeit noch nicht vollständig erstarrt ist, eine steigende Tendenz erkennen läßt. Ebenso erwies sich die ammonifizierende Kraft der schwach gefrorenen Erde wesentlich höher als zuvor, desgleichen wuchs die Intensität der Stickstoffassimilation, während Nitrifikation und Denitrifikation einen deutlichen Rückgang erkennen ließen. Die Behauptung der Verf., daß man bisher allgemein angenommen habe, die Erdorganismen seien unter diesen Umständen untätig, ist allerdings nicht zutreffend[2]), und die generelle Angabe, daß die mit den betreffenden Substanzen vermischte Erde nach voraufgegangener Trocknung (?) stets in Bechergläsern geprüft werden müsse, weil Umsetzungsversuche in Lösungen unstreitig unbrauchbare Resultate gäben, wird durch die eigenen Befunde der Verf. schlagend widerlegt: Die

---

[1]) Dieser Name ist bereits anderweit vergeben (Choukévitch, Ann. de l'Inst. Pasteur., **25**, 1911, S. 273) und muß deshalb geändert werden.

[2]) Es handelt sich um z. T. schon seit Jahrzehnten bekannte Erscheinungen, vgl. Löhnis, Handbuch d. landw. Bakteriologie, S. 534, 568.

in einer mit Erde geimpften Peptonlösung erlangten Resultate stimmen fast vollkommen überein mit den für mit Blutmehl vermischte Erde gewonnenen Zahlen. Löhnis.

Brown, P. E. Bacteriological studies in field soil. I. The effects of liming. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 234—248.

Brown, P. E. Bacteriological studies in field soil. II. The effects of continuous cropping and various rotations. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., **35**, 1912, S. 248—272.

1. Die Erde von nicht bzw. verschieden stark gekalkten Parzellen (leider ohne Parallelen!) wurde auf Keimzahl, Ammoniakbildung, Nitrifikation und Stickstoffassimilation geprüft. Die Kalkung wirkte stets fördernd, am wenigsten auf die Ammoniakbildung, mehr auf die Keimzahl, noch stärker auf die Nitrifikation, am stärksten auf die Stickstoffassimilation. Auch die Ernten waren für Kalkung dankbar. Die Auszählung der bei 20° aufbewahrten Agarplatten wurde bereits nach drei Tagen (!) vorgenommen. Die Blutmehlzersetzung nahm von Juni bis Oktober deutlich ab, während sich die Ammoniakbildung aus Baumwollsaatmehl auf ziemlich konstanter Höhe hielt. Die Nitrifikation des Blutmehls verlief lebhafter als diejenige des Ammonsulfats; die Intensität sank vom Juli bis Oktober. Dagegen war die N-Assimilation im September und Oktober wesentlich lebhafter als im Juni und Juli.

2. Analoge Untersuchungen hinsichtlich des Einflusses der auf dem Felde angebauten Früchte lehrten, daß bei einem mehrjährigen Fruchtwechsel die Tätigkeit der verschiedenen Gruppen von Erdorganismen wesentlich lebhafter ist als in dem dauernd mit derselben Frucht bestellten Lande. Namentlich für ein perennierendes Kleefeld ergaben sich sehr niedrige Werte. Zwischen den Resultaten der bakteriologischen Erdanalyse und den auf den Feldern erzielten Ernten ergaben sich auch in diesem Falle recht gute Übereinstimmungen. Löhnis.

Molliard, M. Action hypertrophisante des produits élaborés par le Rhizobium radicicola Beijer. Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1531—1534.

Das keimfreie Filtrat einer Kultur von Knöllchenbakterien in Zucker-Bohnenblätterabkochung veranlaßte, wenn es als Substrat für Erbsenvegetationsversuche benutzt wurde, an den Wurzeln in ihrer ganzen Ausdehnung analoge Veränderungen, wie sie beim Eindringen der Bakterien an der Knöllchenansatzstelle wahrzunehmen sind. Die ungleiche Thermoresistenz der betreffenden Stoffwechselprodukte der Bakterien macht es möglich, die charakteristischen Metamorphosen des Rinden- und des Innenteiles der Wurzel getrennt oder gemeinsam entstehen zu lassen. Löhnis.

Maillard, L. C. Formation d'humus et de combustibles minéraux sans intervention de l'oxygène atmosphérique, des microorganismes, des hautes températures ou des fortes pressions. Compt. rend. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 1554—1556.

Verf. hatte schon früher[1]) festgestellt, daß Aminosäuren mit verschiedenen Zuckern in wässeriger Lösung bei mäßigem Erwärmen unter CO_2-Abspaltung melanin- resp. humusartige Körper liefern. Da diese Reaktion auch bei niederer Temperatur (langsam) vonstatten geht, und nach Verf.s Meinung die Oxydation bei der Humusbildung keine Rolle spielt, so wird gefolgert, daß diese Entdeckung genüge, um die Humus- und Kohlebildung zu erklären. Die Rolle der Mikroorganismen bei der Humusbildung beschränke sich auf den Abbau der Proteïnsubstanzen zu Amidosäuren und der Polysaccharide zu Zucker. Löhnis.

Prazmowski, A. Azotobacterstudien. I. Morphologie und Cytologie. Anz. Akad. Krakau. Mathem.-naturw. Kl. [B], 1912, S. 87—174, m. 3 Taf.

Die zu den Versuchen und zur Agarbereitung benutzte Nährlösung hatte folgende Zusammensetzung (die kleineren Dosen für Agar): 1000 aq. dest., 15 Glukose, 0,4—0,5 $CaHPO_4$, 0,02—0,05 K_2HPO_4, 0,25—0,5 K_2SO_4, 0,1 $MgSO_4$, 0,1 NaCl. Das Agar wurde zunächst 30 bis 36 Stunden in destilliertem Wasser eingeweicht, dann in $^3/_4$ des insgesamt erforderlichen Wasserquantums gelöst, nach erfolgter Filtration mit den im Restwasser gelösten Nährstoffen vermischt und im strömenden Dampfe sterilisiert. Die Brauchbarkeit der Lösung wurde durch Beigabe von Eisenhydroxyd, Kieselsäure, Kalziumkarbonat, Holz- und Knochenkohle erhöht, am besten aber wirkte ein Zusatz von Humat. Die Stickstoffbindung erfolgt durch die vegetativen Formen (Kurzstäbchen), wie in einer II. Mitteilung näher nachgewiesen werden soll.

Bei der Keimung der Sporen entwickeln sich zunächst Kokken, diese werden zu zylindrischen, peritrich begeißelten Stäbchen von weißer, mattglänzender Farbe. Nach etwa 1—3 Tagen treten ovale Formen auf, die den Übergang zu dem fruktifikativen Kokkenstadium darstellen. Mitunter nehmen die immer kürzer werdenden Zellen die Gestalt geschnäbelter Diplokokken an. Die polar begeißelten Kokken werden entweder in toto zu Sporen, deren Membran eine braune Färbung annimmt, oder die Sporen entstehen im Innern der Zellen. Als Sarcinaform sollte dieses Entwicklungsstadium nicht bezeichnet werden. Die mannigfachen Involutions- und Anpassungsformen (Gallertkolonien usw.) werden ausführlich geschildert. Besonders interessant sind die als Regenerationserscheinungen gedeuteten Mikroformen, die zuweilen schon im Innern der alten Zellen zu neuen Azotobacterindividuen werden. Schütteln begünstigt ihre Entstehung. Das häufig in den Zellen auftretende Glykogen hat (entgegen einer dahin zielenden Annahme) mit der Stickstoff-

[1]) Compt. rend. hebd. de l'Acad. Paris, **155**, 1912, S. 66—68.

bindung sicher nichts zu tun. Die zahlreichen Einzelheiten (über Zellkerne und Kernäquivalente, Vakuolen, Zelleinschlüsse usw.), die bei den zytologischen Studien festgestellt wurden, sind im Original nachzusehen. Löhnis.

Prazmowski, A. Azotobacter-Studien. II. Physiologie und Biologie. Anz. d. Akad. Krakau, Mathem.-naturw. Kl. [B], 1912, S. 855—950.

Am vollständigsten gelangten eine größere Zahl physiologischer und biologischer Versuche über die Faktoren der Stickstoffbindung zur Durchführung. Hinsichtlich der Wirkungen mineralischer Stoffe wurde festgestellt, daß weder die Hydrosole des Aluminium-, Eisen- oder Silizium-Hydroxyds, noch die Karbonate von Alkalien und Erdalkalien noch auch die Silikate des Natron, des Eisen oder des Aluminium einen ausschlaggebenden Einfluß geltend machten; teils handelte es sich um geringe Förderungen, teils um geringe Schädigungen, immer war der Effekt gering. Auch in der von Kaserer angegebenen mineralischen Kolloidlösung blieben die Stickstoffernten sehr niedrig. Günstigere Resultate ergaben sich bei der Verwendung organischer Substanzen, speziell dann, wenn solche kolloider Natur in Kombination gegeben wurden. So erwiesen sich folgende Zugaben zur Glukose-Nährlösung als sehr förderlich: Agar (0,05 %) + Natriumsilikat + Karbonat + $Fe(OH)_3$-Saccharosol oder $Fe(OH)_3$-Sacharosol (0,01 %) + Karbonat (0,02 %) oder Dextrin (0,025 %) + Pepton (0,01 %) + $Fe(OH)_3$-Saccharosol (0,003 %). Die fixierten Stickstoffmengen waren in diesem Falle ebenso hoch wie bei Zugabe eines natürlichen Humuspräparates. Auch Zuckerhumus wurde dann voll wirksam, wenn etwas Pepton, Karbonate und $Fe(OH)_3$-Saccharosol hinzugefügt wurde. Natriumsilikat gab ebenfalls gutes Wachstum und raschen Glukose-Verbrauch, aber nur geringe Stickstoffbindung. Es sind also nicht die Mineralien als solche, noch auch das Eisen das Wirksame, sondern die Kolloide, und zwar speziell diejenigen organischer Natur, sind als die Träger der Energien in Betracht zu ziehen, die das Azotobacter zur Betätigung seiner Stickstoffbindungs-Fähigkeit bringen. Allein scheinen sie sämtlich nur wenig zu leisten, erst in geeigneter Kombination kommen sie zu voller Wirkung. Hierbei muß dem kolloiden Eisenhydroxyd jedenfalls eine besonders wichtige Rolle zuerkannt werden. Die hohe Adsorptionskraft des Humus für Basen, Salze usw. ist ebenfalls im Auge zu behalten. Die zu den Versuchen benutzten Azotobacter-Stämme (eine weiße und eine schwarze Kultur von Chroococcum sowie eine besonders aktive Kultur von Vinelandii Lipm.) zeigten ein im allgemeinen analoges Verhalten, wenn sie auch hinsichtlich ihres Stickstoffbindungs-Vermögens ziemlich weit differierten. Dieses schwankt mit dem individuellen Kraftzustand der Kulturen.

Mehr fragmentarisch sind weiterhin einige Fragen aus der Biologie des Azotobacter behandelt. Obwohl eine definitive Antwort noch nicht gegeben werden kann, neigt Verf. zu der Ansicht, daß mit Rücksicht auf die weitgehende Variabilität der in Betracht kommenden Formen Az. chroococcum,

Beijerinckii und agile (Vinelandii) wohl als zu einer Art gehörig anzusehen sind, während Azotob. vitreum eine besondere Stellung einzunehmen scheint. Die Bildung des dunklen Pigments geht auch noch in toten Zellen unter dem Einfluß des Luftsauerstoffs vor sich; das Auftreten des fluoreszierenden Farbstoffs ist an eine alkalische Reaktion des Substrates gebunden. Der zuweilen wahrnehmbare starke Zuckerverbrauch bei geringer Stickstoffbindung führt zu reichlicher Glykogenanhäufung im Innern der Zellen. Die konzentrische Schichtung der Azotobacter-Kolonien wird auf das verschiedene Alter der betreffenden Partien zurückgeführt, die radiäre Streifung auf Ansammlung von Kohlensäure in Spalten der Kolonien.

Schließlich wird betont, daß Azotobacter als echte Bakterie aufzufassen ist, die allerdings in keine der z. Z. bestehenden systematischen Gruppen dieser Ordnung gut unterzubringen ist. Er kann gewissermaßen als Stammvater von Coccaceen und Bacteriaceen gelten. Löhnis.

Wittmann, Joh. Gutachten über die vom Fischereiverein in Jaromeritz an der österreichischen Nordwestbahn in Mähren eingesandten Wasser-, Fisch- und Schlammproben. Arch. f. Chem. u. Mikroskopie, 5. Jhrg., 1912, Heft 2, S. 77.

Die Untersuchungen des Verf. haben ergeben, daß ein am 13. August 1911 im Rokytné-Fluß beobachtetes katastrophales Fischsterben durch die Abwasser einer Lederfabrik hervorgerufen worden ist. Die in Fäulnis übergehenden organischen Substanzen des Abwassers haben durch Sauerstoffentzug ein Ersticken der Fische verursacht. A. Müller.

Wilhelmi, J. Die makroskopische Fauna des Golfes von Neapel, vom Standpunkte der biologischen Analyse des Wassers betrachtet. Mitteilungen aus der Königl. Prüfungsanstalt für Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung zu Berlin, 1912, Heft 16, S. 47.

Da Verf. auf Grund einer früher veröffentlichten Literaturstudie (Wasser u. Abwasser 1911, Band 4, S. 177 u. 221) die Überzeugung gewonnen hat, daß chemische und bakteriologische Untersuchungen über die Einwirkung von Abwässern auf das Meer keine befriedigenden Resultate erwarten lassen, eine biologische Analyse des Meerwassers dagegen aussichtsreich erscheint, so sollen vorliegende Untersuchungen die Grundlage für eine solche bilden. Verf. sucht die rein marine Fauna des Golfes von Neapel durch Vergleichung der Standorte und experimentelle Prüfung des Verhaltens der einzelnen Arten zu künstlich verschmutztem Wasser in typische Saprozoen, in Bewohner des reineren Wassers, in Tiere, die dem Zustande des Wassers gegenüber sich indifferent verhalten, und in fakultative Saprozoen zu differenzieren. Auf die Einzelheiten der 166 Seiten umfassenden Studie kann hier nicht näher eingegangen werden.

Der Einleitung schließen sich Bemerkungen zur Faunistik des Golfes an, denen die Besprechung des Untersuchungsmaterials, der Untersuchungs-

methoden und ihrer Fehlerquellen folgen. Der 4. Abschnitt enthält Untersuchungen über das Verhalten der Strandfauna und der Alge Ulva zu künstlich verunreinigtem Meerwasser, Vergleiche der Untersuchungsergebnisse mit den ökologischen Verhältnissen der Arten in natura und Untersuchungen der faunistischen Verhältnisse einzelner mehr oder minder verschmutzter Regionen des Golfes. Der 5. Abschnitt ist den Standorten, Cönobiosen und der ökologischen Bewertung der wichtigsten Vertreter der litoralen Fauna des Golfes gewidmet; ihm schließt sich eine Betrachtung der Fauna in wirtschaftlicher und hygienischer Hinsicht an. In der Zusammenfassung sind die Leitformen des mäßig bis stärker verunreinigten Meerwassers aufgezählt. Da von den erwähnten Arten eine große Zahl auch in den nordeuropäischen Meeren vorkommt, so bietet nach Verf. der vorliegende Entwurf der biologischen Analyse auch die Grundlagen für eine biologische Beurteilung dieser Meere.

A. Müller.

Schneckenberg, E. Chemische Sterilisierungs-Schnellproben bei Ozon- und Ultraviolett-Wasserwerken. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung, 1912, **55**, Nr. 18, S. 432.

Verf. bespricht zunächst die bekannte Ozonprobe, deren positiver Ausfall in dem aus den Ozontürmen kommenden Wasser eine vollständige Sterilisation gewährleistet, und erwähnt dann die Möglichkeit, auch die Sterilisationswirkung von Quarzquecksilberdampflampen auf chemischem Wege durch Feststellung des H_2O_2-Gehaltes im bestrahlten Wasser mit Hilfe von naphthensaurem Kupfer festzustellen.

A. Müller.

Hesse, E. Weitere Studien über den Bakteriennachweis mit dem Berkefeldfilter. Zeitschrift für Hygiene, 1912, **70**, S. 311.

In einer früheren Arbeit in Band 69 derselben Zeitschrift hatte der Verf. gezeigt, daß die bei der Filtration bakterienhaltiger Flüssigkeiten auf der Oberfläche der Berkefeldfilter zurückgehaltenen Keime durch rückläufige Spülung entfernt und in der Rückspülflüssigkeit bis zu 42 % nachgewiesen werden können. Unter Anwendung geeigneter Vorrichtungen ist es also bei Benutzung der Kerze möglich, auch große Wassermengen bakteriologisch zu untersuchen. Während aber nach den früheren Versuchen die zu verwendenden Kerzen vorher stets auf ihre Brauchbarkeit geprüft werden mußten, gelingt es Verf. durch Verwendung fein geschlemmten Kieselgurs, diese Schwierigkeit zu beseitigen. Die Vorteile, die der Zusatz von Kieselgur zu der zu filtrierenden Bakterienaufschwemmung bietet, sind nach Verf. kurz folgende:

1. Durch Zugabe von 0,1 g geschlemmter, steriler Kieselgur wird die Prozentzahl der in der Rückspülflüssigkeit nachweisbaren Keime von 42 auf 91 erhöht. 2. Eine Auswahl der Kerzen und eine ständige Kontrolle ihrer Leistung erweist sich als überflüssig, da auch schlecht arbeitende Kerzen mit Zusatz von Kieselgur hervorragend gute Resultate liefern. 3. Die

Filtration unter höherem Druck liefert ohne Kieselgur selbst bei tadellosen Kerzen schlechte Ergebnisse, mit Kieselgur aber vorzügliche. Hierdurch wird die Verwendbarkeit der Methode zur Bestimmung des Kolititers bei Nutzwasseranlagen gesichert. 4. Der erste Stoß mit der Druckpumpe entfernt bei der rückläufigen Spülung unter Ablösung der Kieselgurhaut fast sämtliche Keime. 5. Der feine Kieselgurbelag beeinträchtigt die Übersichtlichkeit der Drigalskiplatten nicht, befördert aber ihr Abtrocknen. 6. Die Filtrationsgeschwindigkeit wird durch die Verwendung von Kieselgur nicht merklich beeinträchtigt. A. Müller.

Gebhard, F. Verfahren zur Geruchlosmachung und gewerblichen Verwertung von Kanalisationssinkstoffen, wie Fäkalien, Abwasserschlamm. Patentschrift Nr. 249936.

Verf. hat sich ein Verfahren patentieren lassen, nach dem der zu behandelnde Schlamm usw. mit gleichen Teilen getrocknetem und gemahlenem Nordseeschlamm oder Seeschlick vermischt wird. Es soll dabei ein geruchloses, sofort transportfähiges Produkt entstehen. A. Müller.

Lemberg, K. Das Missongfilter. Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung. 1912, **55**, Nr. 19, S. 446.

Der Artikel ist veranlaßt durch die in derselben Zeitschrift Nr. 11 vom 16. März 1912 von Missong gegebene Beschreibung seines Filters. Verf. wendet sich gegen einige technische Unrichtigkeiten und vor allem gegen einige Bemerkungen Missongs betreffend die Verwendung von Chemikalien zur Wasserreinigung, die nach Ansicht der Verf. dazu angetan sind, der Entwicklung der Schnellfiltration in Deutschland hinderlich zu sein, da sie gewisse, glücklich überwundene Vorurteile von neuem zu beleben suchen.

A. Müller.

Sewage Treatment at Worcester. Engineering Record, 1912, **65**, Nr. 19, S. 513.

Das Abwasser wird nach Passieren von Sandfängen teils einer Sandfiltration unterzogen, teils wird es mit Kalkmilch behandelt. Die Sandfiltration liefert die günstigeren Ergebnisse. Der Artikel bringt genaue Angaben über die mit beiden Verfahren im Laufe des vergangenen Jahres erzielten Effekte. A. Müller.

Stability of Effluents from Contact and Trickling Filters. Engineering Record, 1912, **65**, Nr. 10, S. 265.

Der Aufsatz berichtet über systematische Bestimmungen der Fäulnisfähigkeit von Abflüssen verschiedener Kontakt- und Tropfkörper, die an der Lawrence Experiment Station von Clark u. Gage ausgeführt wurden. Der Eintritt der Fäulnis wurde durch die Geruchsbildung oder die innerhalb 5 Tagen eintretende Schwärzung der in stopfenvollen Flaschen bei 80° F aufgehobenen Wasserproben festgestellt. Zu den Versuchen wurden bio-

logische Körper von verschiedenem Material benutzt, die wechselnden Belastungen unterzogen wurden. Es stellte sich heraus, daß die nicht fäulnisfähigen Abflüsse immer stark nitrathaltig waren. Wenn der Nitratgehalt mehr als 2 Teile pro 100 000 betrug, faulten die Abflüsse nicht, betrug er nur mehr als 1 Teil, so faulten 10—50 % der Proben. A. Müller.

Disinfecting Lake Water with Calcium Hypochlorite. Engineering Record, 1912, **65**, Nr. 13, S. 360.

Wegen der fortschreitenden Verschmutzung der großen Seen Nordamerikas ist eine größere Zahl der an ihnen gelegenen Städte, welche ihr Trinkwasser den Seen entnehmen, dazu übergegangen, das Wasser mit Chlorkalk zu desinfizieren. In Zusammenhang hiermit haben Lederer u. Bachmann die Einwirkung des Chlorkalks auf Seewasser eingehend studiert. Wechselnd nach den lokalen Verhältnissen werden im allgemeinen 0,2 bis 0,4 Teile wirksames Chlor auf 1 Million Teile Wasser gegeben. Bei mäßig verschmutztem Wasser genügen 0,3 Teile bei einer Einwirkungsdauer von ½ bis 1 Stunde, um alle gasbildenden Bakterien abzutöten. Die Reduktion der Gesamtkeimzahl beträgt etwa 97 %, die überlebenden Keime sind nicht Sporenbildner. Die erwähnten Autoren betonen, daß bei der Beurteilung der desinfizierenden Wirkung hauptsächlich der anfängliche Keimgehalt zu berücksichtigen ist, während die prozentuale Reduktion von untergeordneter Bedeutung ist. Für die Praxis kommt es besonders darauf an, festzustellen, daß die überlebenden Keime nicht pathogener Art sind. Versuche mit B. subtilis haben erwiesen, daß es bei Anwendung der gebräuchlichen Chlorkalkmengen unmöglich ist, vollkommen steriles Wasser zu erhalten, denn selbst Gaben von 400 Teilen wirksamen Chlors auf 1000000 Teile Wasser genügten nicht, um die Sporen dieses Bazillus abzutöten. Bedeutend weniger widerstandsfähig zeigten sich die Sporen von B. anthracis. Von den Eingeweidebakterien zeichnet sich nur B. mirabilis durch größere Resistenz aus, ihn vermochten selbst 5 Teile wirksamen Chlors auf 1000000 Teile Wasser nicht vollständig zu unterdrücken. B. pyocyaneus, Sarcina lutea, B. acidi lactici wurden vollständig durch 0,3 Teile vernichtet. Bemerkenswert ist, daß Keime von Bact. coli, die eine Chlorkalkbehandlung überdauert hatten, zum Teil ihre charakteristischen Eigenschaften einbüßten. Temperaturschwankungen zwischen 32° u. 69° Fahr. übten unter den gegebenen Verhältnissen keinen merklichen Einfluß auf die Sterilisationswirkung aus. Betreffs Geschmacks- und Geruchsgrenze wurde festgestellt, daß erst 0,5 bis 0,6 Teile freien Chlors in 1 Million Teile Wasser durch den Geschmack und 1,8 Teile durch Geruch wahrgenommen wurden. A. Müller.

Müller, Paul, Th. Über die Rolle der Protozoen bei der Selbstreinigung stehenden Wassers. Archiv für Hygiene, 1912, **75**, Nr. 6/7, S. 321.

Verf. berichtet zunächst über einige Versuche, die über den Bakteriengehalt des Wassers von Schwimmbädern angestellt wurden. Er konnte die

Beobachtungen von Hesse, Koslik u. a. bestätigen, daß zunächst eine Zunahme, am 2. bis 3. Tage nach der frischen Füllung der Bassins aber eine rapide Abnahme der Bakterien zu beobachten ist. Durch gleichzeitige Verwendung von Gelatine und Hesse-Niednerschem Albumoseagar konnte er weiter zeigen, daß die Keimabnahme, die auf den Gelatineplatten zu konstatieren ist, 3 bezw. 16 mal so stark ist wie die entsprechende, auf dem Albumoseagar festzustellende Abnahme, daß es sich hier also nicht um ein Phänomen handelt, das alle Bakterien der Badewässer gleichmäßig betrifft, sondern daß offenbar nur gewisse Arten nach einigen Tagen in großen Mengen zugrunde gehen, während andere, die eigentlichen „Wasserbakterien", sich entweder in fast unveränderter Zahl erhalten oder aber doch der Vernichtung weit weniger unterliegen.

Im zweiten Teil seiner Arbeit sucht Verf. nachzuweisen, in welchen Beziehungen die Protozoen zu den erwähnten Beobachtungen stehen; denn wenn nach den bisher vorliegenden Versuchen es auch als durchaus möglich angesehen werden muß, daß das Absterben und Verschwinden der Keime auf die Tätigkeit der Protozoen zurückzuführen ist, so steht ein lückenloser Beweis besonders dafür noch aus, daß die bakterienvernichtende Wirkung der Protozoen in quantitativer Hinsicht ausreichend ist, um das rasche Absterben der Gelatinekeime im Badewasser zu erklären. Diesen Beweis sucht Verf. durch gleichzeitige direkte Zählung der Protozoen und Bakterien unter Anwendung des von ihm ausgearbeiteten Zählverfahrens (vgl. Ref. in Bd. I, S. 293 dieser Ztschr.) mit Hilfe von Laboratoriumsversuchen zu erbringen. In seinen Versuchen tritt nach vorübergehender Vermehrung der Bakterien ein rasches Absinken der Keimzahlen ein, das sich nicht nur auf die Gelatinekeime, sondern auf die gesamten im Wasser enthaltenen Bakterien bezieht. Gleichzeitig mit dem Bakterienschwund ist eine lebhafte Vermehrung der Protozoen zu beobachten und zwar gibt sich eine deutliche Beziehung zwischen der Größe und Zahl der neugebildeten Protozoen und der Menge der verschwundenen Bakterien zu erkennen. Wird die Entwicklung der Protozoen unterdrückt, so bleibt in Bestätigung der Befunde von Stokvis das Phänomen des Bakterienschwundes aus. Durch diese Versuche wird auch mit ziemlicher Sicherheit ausgeschlossen, daß die eingangs erwähnten Beobachtungen über den Keimgehalt in Schwimmbassins durch Überwucherung der Wasserbakterien oder eintretenden Nahrungsmangel zu erklären sind. Weitere Versuche machen es durchaus unwahrscheinlich, daß antagonistische Stoffwechselprodukte der Wasserbakterien oder lysinartige, von den Protozoen abgesonderte Stoffe die Abnahme der „Gelatinekeime" mit bedingen. Mit höchster Wahrscheinlichkeit müssen daher als Ursache der plötzlichen Bakterienverminderung die Protozoen angesehen werden. Der Umstand, daß nicht alle Bakterienarten von der Vernichtung in gleichem Maße betroffen werden, läßt sich nach Verf. durch die biologischen Unterschiede der Bakterien und ihre verschiedene Wirkung auf die Protozoen erklären.

A. Müller.

Basch, E. Speisewasserreinigung und Permutitverfahren. Chemiker-Zeitung, 1912, **36**, Nr. 81, S. 769.

Verf. macht in dem vorliegenden Artikel auf die Nachteile aufmerksam, die bei Anwendung des Permutitverfahrens zur Reinigung oder besser gesagt zur Enthärtung des Kesselspeisewassers beobachtet worden sind.

A. Müller.

Paetsch. Einige praktische Erfahrungen beim Betriebe von biologischen Kläranlagen. Gesundheits-Ingenieur 1912, **35**, Nr. 14, S. 281.

Verf. bringt weitere Beispiele für die bekannte Tatsache, daß durch zu lange vorgefaultes Abwasser die Wirkung von biologischen Körpern beeinträchtigt wird, und zeigt, wie man auf einfache Weise unter Umgehung komplizierter Patentverfahren den Oxydationskörper mit relativ frischem Wasser beschicken und gleichzeitig eine hinreichende Ausfaulung des bei der Vorreinigung entfallenden Schlammes erzielen kann. A. Müller.

Haas. Der Karpfenteich am Schlachthof. Allgem. Fischereizeitg., 1912, Nr. 3, S. 68.

Verf. berichtet über eine Karpfenteichanlage in der Nähe des Schlachthofes in Offenburg. Sämtliche Abfälle, die sonst der Kinzig zugeführt wurden, gelangten mit gutem Erfolge zur Verfütterung, so daß nach Ansicht des Verf. die Klärfrage der Schlachthofabwässer eventl. auf diese Weise eine praktische Lösung finden könnte. A. Müller.

Bach. Ein Beitrag zur Frage der Abwasserreinigung durch Salpeterzusatz. Gesundheits-Ingenieur, 1912, **35**, Nr. 17, S. 341.

Die Versuche wurden im Auftrage der Emschergenossenschaft in der Kläranlage Recklinghausen-Ost angestellt. Das dort zu behandelnde Abwasser ist nicht ausschließlich hauswirtschaftlicher Abkunft, sondern enthält auch gewerbliche Abwässer, insbesondere solche von einer Kokereinebenproduktenanlage; seinem Gesamtcharakter nach läßt es sich jedoch als ein relativ frisches, durchaus fäulnisfähiges städtisches Abwasser bezeichnen. Das Abwasser wurde nach dem Passieren der Emscherbrunnen in großen 1 cbm fassenden Gruben mit Mengen von 100 bis 3000 g Chilisalpeter bis zu 6 Tagen stehen gelassen. Von Zeit zu Zeit wurden Proben entnommen, um die Einwirkung des Salpeters auf den Abbau der fäulnisfähigen Substanzen zu ermitteln. In den Proben wurde bestimmt die Menge des gelösten Schwefelwasserstoffs, der gebildeten Nitrite, des freien und an Ammonsalze gebundenen Ammoniaks und des organischen Stickstoffs. Verf. bestätigt, daß durch Salpeterzusatz ein Abbau von fäulnisfähigem Abwasser unter Verminderung der Schwefelwasserstoffentwicklung und Mineralisierung von organischem Stickstoff bewirkt werden kann. Um das zu erreichen, ist jedoch für das vorliegende Abwasser ein Salpeterzusatz von 1 kg/cbm erforderlich, so daß dieses Verfahren der hohen Kosten wegen in

Recklinghausen nicht in Frage kommt. Verf. vermutet, daß die Wirkung bei weniger frischem Abwasser vielleicht günstiger ausfallen würde.

A. Müller.

Schwarz, L. und Nachtigall, G. Über die Behandlung von Trinkwasser mit Chlorkalk. Gesundheits-Ingenieur, 1912, **35**, Nr. 13, S. 256.

Die günstigen Erfahrungen, die man in England und Amerika bei der Verwendung von Chlorkalk zur Behandlung von Trinkwasser gemacht hat, gaben den Verf. Veranlassung, ihrerseits die Einwirkung des Chlorkalkes auf Elbwasser im Laboratorium experimentell zu prüfen. Eine Änderung des Wassergeruchs war 15 Minuten nach der Behandlung in keinem Falle, selbst nicht bei einem Zusatz von 5 mg Chlorkalk zu 1 l Wasser wahrzunehmen. Durch den Geschmack war dagegen das behandelte Wasser auch dann noch vom unbehandelten zu unterscheiden, wenn auf chemischem Wege Chlor nicht mehr nachweisbar war. Passierte das behandelte Wasser noch ein Sandfilter, so machte sich in dem Filtrat erst ein Zusatz von 5 mg Chlorkalk pro 1 l durch den Geschmack bemerkbar. Der Filterdruck in dem Filter, dessen Wasser mit Chlorkalk behandelt war, nahm wesentlich langsamer zu, als in dem Kontrollfilter. Was die Beeinflussung der Keimzahl anlangt, so betrug im unsedimentierten, etwa 6° C warmen Rohwasser bei 1 mg Chlorkalkzusatz die größte Keimabnahme 83 % nach 20 Stunden, bei 2 mg waren von 2340 Keimen in 1 ccm nach 20 Stunden nur noch 18 Keime und bei 3 mg von 3080 Keimen nach 2 Stunden kein Keim in 1 ccm mehr nachzuweisen. Bei einer Wassertemperatur von zirka 20° C wirkte 1 mg Chlorkalk überhaupt nicht merklich auf den Keimgehalt ein und bei 3 und 5 mg wurde das Maximum der Abnahme nach 15 Minuten erreicht und betrug rund 97 %. Die Keimzahlen stiegen hier dann auch beträchtlich schneller wieder an als in dem bei niedriger Temperatur angestellten Versuch.

In sedimentiertem Rohwasser war die Wirkung etwas besser als in unsedimentiertem. Weitere Versuche erstreckten sich auf Wasser, das durch Alaun oder langsame Sandfiltration vorgeklärt war. Es zeigte sich, daß die durch steigenden Alaunzusatz erreichten Abstufungen im Keimgehalt durch 1 und 2 mg Chlorkalk zeitweise nahezu ausgeglichen wurden. Der Chlorkalkzusatz empfiehlt sich erst nach Klärung des Wassers mit Alaun, weil sonst das sich abscheidende Aluminiumhydroxyd mit den organischen Substanzen auch den Chlorkalk aus dem Wasser beseitigt und weil der Chlorkalk um so besser wirkt, je weniger gelöste organische Substanzen noch vorhanden sind. Bei gleichzeitigem Zusatz von 20 bezw. 30 mg Alaun und 3 mg Chlorkalk pro l wurde etwa dieselbe Wirkung erzielt, wie mit 2 mg Chlorkalk ohne Alaunzusatz oder wie mit 1 mg Chlorkalk nach vorhergegangener Behandlung mit 20 bezw. 30 mg Alaun.

In dem durch langsame Sandfiltration gereinigten Wasser wurde durch 0,25 mg Chlorkalk pro l der Keimgehalt von 250 Keimen pro 1 ccm in 4 bezw. 8 Stunden auf 60 bezw. 52 Keime erniedrigt.

Schließlich stellten die Verf. noch Versuche über die Einwirkung des Chlorkalkes auf Kolibakterien, Leuchtvibrionen, Choleravibrionen und Typhusbakterien an. 5 und 7,5 mg Chlorkalk pro 1 dem Rohwasser unmittelbar vor dem Passieren des Sandfilters zugesetzt, verhinderten nicht den Nachweis von Leuchtvibrionen und B. coli im Filtrat. Erst nach 24stündigem Einwirken von 7,5 mg Chlorkalk auf das mit den Kulturen reichlich versetzte Rohwasser wurde im Filtrat B. coli nur sehr selten nachgewiesen, während die Leuchtvibrionen schon nach 3—6stündigem Einwirken nicht mehr nachweisbar waren.

Choleravibrionen sterilisiertem Elbwasser bis zu 330000 in 1 ccm zugesetzt waren bei einem Chlorkalkzusatz von 3 bis 5 mg nach $^1/_2$ Stunde noch nachweisbar, nach 1 Stunde aber nicht mehr. In nicht sterilisiertem Elbwasser, das im übrigen ebenso behandelt war, waren auch in 1 ccm nach 6 Stunden noch Choleravibrionen nachweisbar, während nach 24 Stunden selbst in 900 ccm der Nachweis derselben nicht mehr gelang. Eine Erhöhung des Chlorkalkgehaltes auf 7,5 mg pro 1 ermöglichte den Nachweis der Choleravibrionen, deren ursprüngliche Zahl 80000 pro 1 ccm betragen hatte, nur noch nach 4 Stunden. Die Versuche mit Typhusbazillen hatten weniger günstige Ergebnisse, hier genügten 5 mg Chlorkalk nicht, um Keime abzutöten.

Aus den Schlußsätzen der Verf. wäre noch hervorzuheben, daß es nicht genügt, durch die chemische Reaktion die Abwesenheit von aktivem Chlor festzustellen, da das Wasser trotzdem einen unangenehmen, faden Geschmack haben kann. Besonders wenn es sich um Oberflächenwasser von wechselnder Zusammensetzung handelt, müssen erst durch längere Vorversuche über die erforderlichen Chlorkalkmengen Erfahrungen gesammelt werden, um unangenehme Folgen zu vermeiden. Für Deutschland dürfte die Chlorkalkbehandlung nur als Vorbehandlung, insbesondere bei nachfolgender Filtration zu empfehlen sein. Nachbehandlung des Filtrates oder Alleinbehandlung des Trinkwassers mit diesem Mittel dürfte nur zu Epidemiezeiten als prophylaktische Maßnahme in Frage kommen. A. Müller.

Schwarzer, G. Beiträge zur Frage der Wasserreinigung. Chemiker-Zeitung, 1912, Nr. 37, S. 333.

Der beim Weichmachen bezw. Entfärben von Gebrauchswässern erhaltene Kalziumkarbonat- bezw. Tonerdehydratschlamm in bestimmter Menge neben dem Enthärtungs- oder Entfärbungsmittel dem weichzumachenden oder zu entfärbenden Wasser zugesetzt bedingt nach Verf. infolge seiner Wirksamkeit als positiver Katalysator eine bedeutend schnellere Klärung des behandelten Wassers als ohne diesen Zusatz. Während z. B. ohne Zusatz von Kalziumkarbonatschlamm die Ausscheidung des Härtebildners erst nach $2^1/_2$ Stunden beendet war, war das gleiche Wasser mit Schlammzusatz bereits nach $^1/_2$ Stunde vollkommen geklärt. A. Müller.

Grimm. Über die Desinfektion von Trinkwasser mit Chlorkalk. Mitt. aus d. Königl. Prüfungsanst. f. Wasserversorgung u. Abwässerbeseitigung zu Berlin, Heft 16, 1912, S. 297.

Nach Besprechung der hauptsächlichsten über diesen Gegenstand veröffentlichten Arbeiten geht Verf. auf die besonders in Amerika und England gemachten praktischen Erfahrungen näher ein und beschreibt eingehender die Ergebnisse, welche man im Jahre 1911 im Ruhrgebiet mit der Chlorkalkbehandlung erzielt hat. Trotz der ziemlich primitiven Art, in der dort der Zusatz des Chlorkalks erfolgte, waren die Ergebnisse bei Verwendung von 0,66—1,0 Teilen freien Chlors zu 1 Million Teilen Wasser auffallend gute. Da nun die Erfahrungen aus der Praxis mit den bisher bekannten Laboratoriumsversuchen nicht in Übereinstimmung zu bringen sind, so unternahm es Verf., dieselben einer eingehenden Nachprüfung zu unterziehen. Es wurden zunächst Versuche mit Bacterium coli gemacht. Die Vermutung, daß die erwähnten Unterschiede in den Ergebnissen auf die im Verhältnis zur Praxis sehr kurze Einwirkungsdauer des Chlors in den Laboratoriumsversuchen zurückzuführen seien, bestätigte sich nicht. Sämtliche Versuche ergaben, daß bei Zimmertemperatur bei einstündiger Einwirkung in einer Verdünnung bis zu 18 Teilen freien Chlors zu 1 Million Teile Wasser in 100 ccm stets noch Colikeime nachzuweisen waren, auch bei 36 : 1 Million gelang bisweilen noch der Colinachweis. Bei 54 : 1 Million war das Wasser stets steril. Bei 4° C waren die Ergebnisse noch etwas geringer. Die Entfernung etwa vorhandener Bakterienflocken durch Filtration änderte nichts an den Ergebnissen; ebenso nicht die Benutzung von Stuhlaufschwemmungen an Stelle der künstlichen Kulturen von Bacterium coli.

Typhus- und Ruhrbazillen glichen hinsichtlich ihres Verhaltens zum Chlorkalk ganz dem Bacterium coli. Die Wasserbakterien wurden im wesentlichen durch den Chlorkalkzusatz in demselben prozentualen Verhältnis reduziert wie die erwähnten Krankheitskeime, nur zeigte sich bisweilen auch bei sehr hohen Chlorgaben, wahrscheinlich infolge vorhandener Sporen, das Wasser nicht steril.

Weitere Versuche, die mit Bact. coli unter möglichstem Einhalten der in der Praxis üblichen Verhältnisse angestellt wurden, ergaben, daß bei einem Chlorkalkzusatz von 2 : 1 Million erst nach 24stündiger Einwirkungsdauer Sterilität erzielt wird. Verf. kommt daher zu dem Schluß, daß die in der Praxis bei den Wasserwerken zugesetzten Chlorkalkmengen bis zu 2 : 1 Million zu einer vollständigen Desinfektion des Trinkwassers nicht genügen, es sei denn, daß der Chlorkalk, im Verhältnis 2 : 1 Million zugesetzt, 24 Stunden auf ein Wasser einwirken kann, das nur einen geringen Gehalt an organischer Substanz besitzt.

A. Müller.

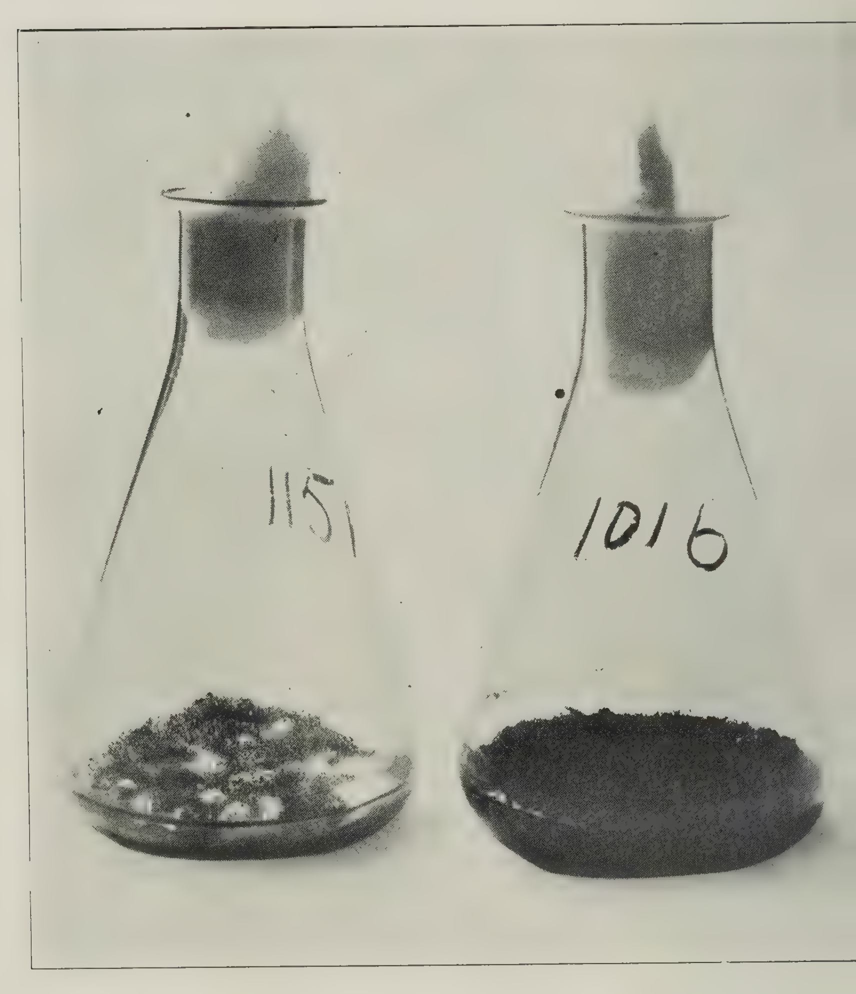


Fig. II A (2 % Galaktose). Fig. II B (2 % Glukose).

H. J. Waterman

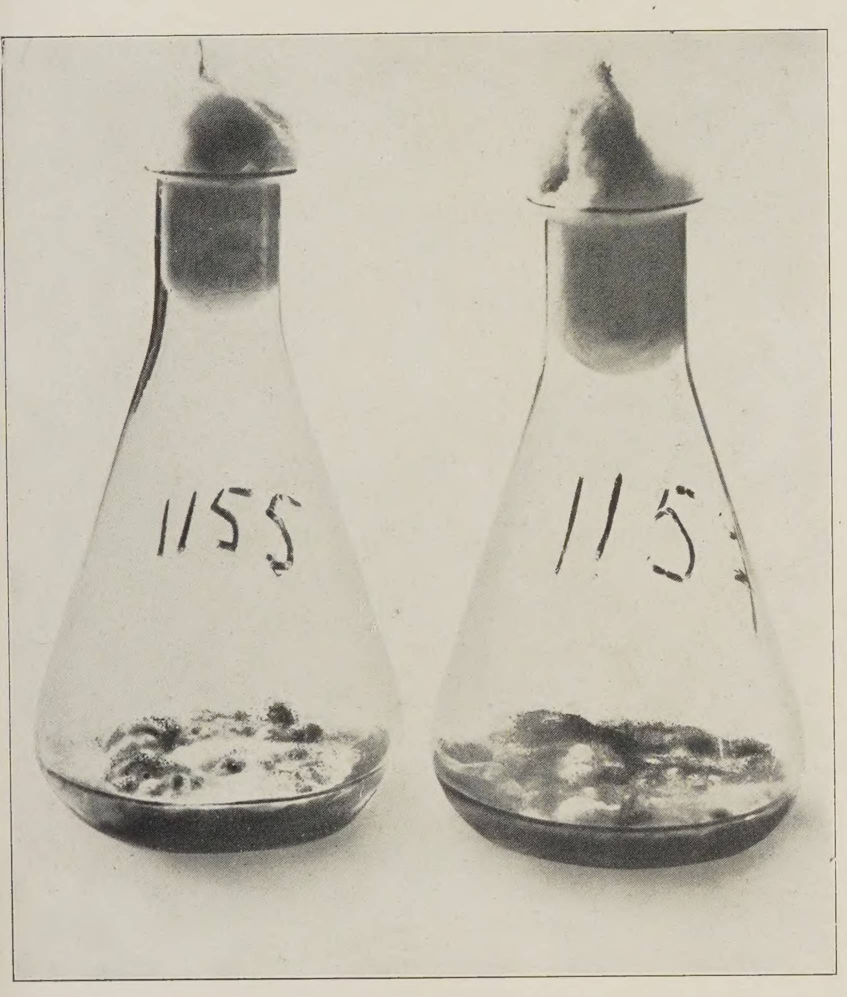


Fig. II C (2 % Galaktose). Fig. II D (2 % Galaktose).

Paul Altmann, Berlin NW 6

ENGROS **Luisenstraße 47, Ecke Schumannstraße** EXPORT

Fabrik u. Lager chemischer, bakteriologischer u. hygienisch-mikroskopischer Apparate u. Gerätschaften. — Eigene mech. Werkstätten u. Glasbläserei. — Kompl. Einrichtungen u. Ergänzungen chemischer, bakteriologischer u. hygienisch-mikroskopischer Laboratorien und Krankenhäuser.

Neuer Verdampfapparat für Flüssigkeiten zur Stickstoffbestimmung nach Kjeldahl in Bier, Würze usw. D. R. G. M.

O. Fürnrohr, Wochenschrift für Brauerei Nr. 23, 1911.

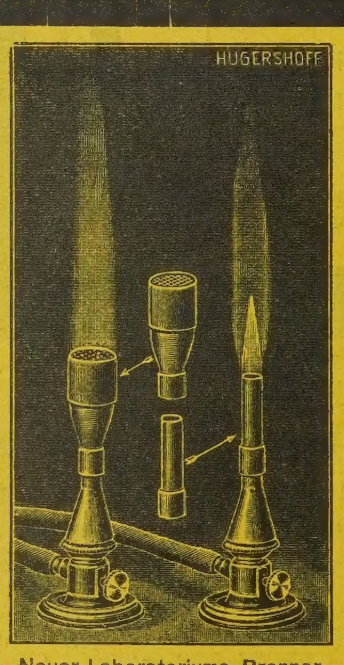
Paul Altmann Berlin, NW.6.

8074

Nr. 8074. **Gäraufsatz nach Fürnrohr.** Diese Vorrichtung dient zum Verschließen der Gärproben und ist so eingerichtet, daß ein Zurücktreten der Schwefelsäure in die Gärflasche sicher ausgeschlossen ist. Bei den bisherigen Systemen bestand immer die Gefahr, daß bei einem Unterdruck die Schwefelsäure in die Gärflüssigkeit gesaugt und so diese unbrauchbar gemacht wurde.

Fernerhin kann dieser Apparat zur Bestimmung der Kohlensäure im Bier mit bestem Erfolg benutzt werden. Preis des Aufsatzes Mk. 2,50.

Alle brauereitechnischen Apparate in Originalkonstruktionen, Brutschränke, Hefereinzuchtapparate, Apparate zur Prüfung der Gärkraft von Hefe, Glasartikel aller Art, Würzeschaugläser, Freudenreichkolben usw. usw.



Neuer Laboratoriums-Brenner

Hugershoff

Apparate und Geräte für

Laboratoriums-Bedarf

Sämtliche Apparate u. Geräte für

Gärungs-Physiologie

Aufnahme neuer Apparate in Fabrikation u. Vertrieb

Preislisten, Prospekte und Kosten-anschläge gratis



Buchdruckerei E. Buchbinder (H. Duske) Neuruppin.